



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes
Carrera de Diseño

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DISEÑADOR
CON MENCIÓN EN PRODUCTOS**

**ANÁLISIS DE LA ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN
Y SU APLICACIÓN AL DESARROLLO DE
PRODUCTOS**

MARCELO ANDRÉS ESPÍN VALDEZ

DIRECTOR DEL TFC:
D.I. Esp. S.O. William Urueña Téllez

QUITO, DICIEMBRE 2011

DEDICATORIA

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos...

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS	4
INTRODUCCIÓN.....	8
1. ANTECEDENTES	10
1.1 ANTECEDENTES DE LA ERGONOMÍA	10
1.2 ERGONOMÍA DE PRODUCTO.....	15
1.3 APLICACIÓN DE LA ERGONOMÍA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	16
1.4 INCIDENCIA DE LA ERGONOMÍA EN AMÉRICA LATINA Y EN EL ECUADOR	17
1.5 INTRODUCCIÓN DE LA ERGONOMÍA COMO MATERIA EN LA FORMACIÓN DE DISEÑADORES	19
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	20
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2.2 JUSTIFICACIÓN	21
2.3 OBJETIVOS.....	22
2.3.1 <i>Objetivo general</i>	22
2.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	22
3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	23
3.1 COMPLEJIDAD	23
3.1.1 <i>El principio dialógico</i>	23
3.1.2 <i>El principio de recursividad</i>	23
3.1.3 <i>El principio hologramático</i>	24
3.2 ORIENTACIÓN SISTÉMICA.....	24
3.2.1 <i>Definición de sistema</i>	24
3.2.2 <i>Teoría general de Sistemas</i>	24
3.2.2.1 Sistemas Cerrados	25
3.2.2.2 Sistemas Abiertos	25
3.2.3 <i>Principio de Equifinalidad</i>	26
3.2.4 <i>Funciones de un sistema</i>	26
3.2.5 <i>Propiedades de un sistema</i>	26
3.3 ERGONOMÍA	27
3.3.1 <i>Relación y ubicación con otras disciplinas</i>	31
3.3.1.1 Seguridad Industrial	31
3.3.1.2 Higiene industrial o higiene del trabajo	31
3.3.1.3 Medicina del trabajo o salud en el trabajo	32
3.3.2 <i>Ergonomía en la producción industrial</i>	32
3.3.3 <i>Sistema ergonómico clásico</i>	34
3.4 TERRITORIO, MAPA Y METODOLOGÍA.....	36
3.4.1 <i>Territorio (Diseño)</i>	36
3.4.1.1 Interdisciplinariedad del diseño industrial	38
3.4.1.2 Campo interdisciplinar del diseño industrial	38
3.4.2 <i>Mapa (MODELOS)</i>	39
3.4.2.1 Características de los modelos	39

3.4.2.2	Clasificación de los modelos	40
3.4.3	<i>Metodología (MÉTODO)</i>	40
3.4.4	<i>Modelos de Diseño Industrial o de Productos</i>	41
3.4.4.1	Diseño Centrado en el Usuario	42
3.4.4.2	Modelos mentales del Diseño Centrado en el Usuario	43
3.4.4.3	Clasificación de modelos de Diseño Centrado en el Usuario	44
3.4.4.3.1	<i>Ingeniería Kansei</i>	44
3.4.4.3.2	<i>Diseño Emocional</i>	45
3.4.4.3.3	<i>Usabilidad</i>	45
3.4.4.3.4	<i>Modelo Media LAB</i>	45
3.4.4.3.5	Ergonomía de Concepción	45
3.4.4.3.5.1	ELEMENTOS DEL SISTEMA ERGONÓMICO DE ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN	46
3.4.4.3.5.2	FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA	47
3.4.4.3.5.3	ÍNDICES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA	47
3.4.4.3.5.4	DIMENSIÓN ERGONÓMICA	48
3.4.4.3.6	Ergonomía preventiva	48
3.4.4.3.7	Modelo sistémico	48
3.4.4.3.8	Etapas para el desarrollo metodológico de “Ergonomía de Concepción”	49
3.4.4.3.8.1	ETAPA DE DELIMITACIÓN	49
3.4.4.3.8.2	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ERGONÓMICO	49
3.4.4.3.8.2.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA	50
3.4.4.3.8.2.2	IDENTIFICACIÓN DE LOS ÍNDICES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA	51
3.4.4.3.8.3	ANÁLISIS	53
3.4.4.3.8.4	RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.4.4.3.8.5	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	53
3.4.4.3.8.6	SIMULACIÓN DE TAREAS	53
3.4.4.3.9	Valoración del comportamiento en la actividad	53
3.4.4.3.10	Evaluación de los requerimientos en la tarea	53
3.4.4.3.11	Definición	54
3.4.4.3.12	Aplicación	54
3.4.4.3.13	Seguimiento o retroalimentación	54
3.4.4.3.14	Matriz de valoración	54
4.	MÉTODO, TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO	58
4.1	IDENTIFICACIÓN DEL TEMA DEL TRABAJO DE FIN DE CARRERA (TFC)	59
4.2	INVESTIGACIÓN Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	59
4.3	PLANTEAMIENTO DE LA DENUNCIA	60
4.4	CORRECCIÓN DE LA DENUNCIA Y PRESENTACIÓN	61
4.5	DESARROLLO DEL TRABAJO DE FIN DE CARRERA (TFC)	61
4.6	APLICACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE CARRERA (TFC)	63
5.	MODELO PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN BASE AL MODELO DE “ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN”	64
5.1	Delimitación del modelo	64
5.1.1	<i>Etapas del Modelo para el desarrollo de productos en base a la Ergonomía de concepción y fundamentado en el Modelo de Diseño Centrado en el Usuario (MED)</i>	64
5.1.1.1	Identificación	65
5.1.1.1.1	Sistema Ergonómico (SE)	66

5.1.1.1.2	Identificación del sistema ergonómico	67
5.1.1.1.3	Identificación de actividades dentro del sistema ergonómico	68
5.1.1.1.4	Factores Ergonómicos (FE)	69
5.1.1.1.4.1	FACTORES DE USABILIDAD	69
5.1.1.1.4.2	FACTORES DE BIENESTAR	70
5.1.1.1.4.3	FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL	71
5.1.1.1.4.4	FACTORES DE APREHENSIÓN	71
5.1.1.1.4.5	FACTORES SOCIOCULTURALES	73
5.1.1.1.4.6	FACTORES DE MANTENIMIENTO	74
5.1.1.1.5	Índices Ergonómicos (IE)	75
5.1.1.1.5.1	ÍNDICES MORFOLÓGICOS	75
5.1.1.1.5.2	ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS	76
5.1.1.1.5.3	ÍNDICES BIOMECÁNICOS	80
5.1.1.1.5.4	ÍNDICES SENSORIALES	85
5.1.1.1.5.5	ÍNDICES COGNITIVOS	86
5.1.1.1.5.6	ÍNDICES AMBIENTALES	87
5.1.1.2	Análisis, definición y aplicación	92
5.1.1.3	Retroalimentación	94
5.1.1.3.1	Esquema	94
5.1.1.3.2	Modelos	94
5.1.1.3.3	Prototipos	94
5.1.1.3.4	Producto	94
6.	APLICACIÓN DEL MODELO PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN BASE AL MODELO DE ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN	95
6.1	DELIMITACIÓN DEL MODELO	95
6.1.1	Identificación	103
6.1.1.1	Sistema Ergonómico (SE)	103
6.1.1.1.1	Identificación del sistema ergonómico	104
6.1.1.1.2	Identificación de actividades dentro del sistema ergonómico	105
6.1.1.1.3	Factores Ergonómicos (FE)	107
6.1.1.1.3.1	FACTORES DE USABILIDAD	107
6.1.1.1.3.2	FACTORES DE BIENESTAR	108
6.1.1.1.3.3	FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL	109
6.1.1.1.3.4	FACTORES DE APREHENSIÓN	110
6.1.1.1.3.5	FACTORES SOCIOCULTURALES	111
6.1.1.1.3.6	FACTORES DE MANTENIMIENTO	112
6.1.1.1.4	Índices Ergonómicos (IE)	112
6.1.1.1.4.1	ÍNDICES MORFOLÓGICOS	112
6.1.1.1.4.2	ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS	116
6.1.1.1.4.3	ÍNDICES BIOMECÁNICOS	117
6.1.1.1.4.4	ÍNDICES SENSORIALES	118
6.1.1.1.4.5	ÍNDICES COGNITIVOS	119
6.1.1.1.4.6	ÍNDICES AMBIENTALES	120
6.1.2	Análisis, definición y aplicación	121
6.1.3	Retroalimentación	122
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
7.1	Conclusiones generales	131

7.2	Conclusiones sobre el modelo de “Ergonomía de Concepción”	132
7.3	Conclusiones sobre el modelo para el desarrollo de productos en base al modelo de “Ergonomía de Concepción”	132
• 7.4	Conclusiones generadas después de la aplicación del modelo al inodoro para viviendas emergentes.....	133
7.3	Recomendaciones.....	134
ANEXOS	135
1.	DEFINICIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL.....	135
2.	FOTOGRAFÍAS DE LA UTILIZACIÓN DEL INODORO PARA VIVIENDAS EMERGENTES	135
3.	PLANOS GENERALES DEL INODORO	145
BIBLIOGRAFÍA	156

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una metodología para el diseño de productos en base a conceptos y teorías sobre ergonomía, pero sobre todo en base al modelo de “Ergonomía de Concepción”, es la propuesta del siguiente Trabajo de Fin de Carrera.

A lo largo de la historia se han desarrollado conceptos y teorías sobre la ergonomía y su relación con el diseño. Cada producto, servicio o puesto de trabajo que los seres humanos utilizamos han sido diseñados siguiendo los parámetros de cada época. La aplicación de la ergonomía en el diseño de productos, no se da con la fuerza que se debería en Latinoamérica, mucho menos en el Ecuador, y es que, “no se puede afirmar que en la actualidad exista en nuestro medio una cultura de Diseño Industrial o de Productos, menos aun, se puede hablar de una cultura de ergonomía. Sin embargo, si se percibe que está naciendo una conciencia de la pertinencia de estas dos disciplinas como herramientas complementarias y esenciales en la solución de necesidades a través del desarrollo de productos” (SARAVIA, 2006, pág. 16), generada desde hace algunos años, a partir de la demanda de los usuarios, consumidores y compradores de productos.

Tanto en el Ecuador como en países en los que el Diseño Industrial o de Productos, se ha desarrollado en bajo o mediano nivel, “se puede señalar que la saturación de los mercados nacionales con productos de toda índole y de múltiples orígenes, ha acelerado, entre otras cosas, la toma de conciencia –por comparación- de la población sobre las intenciones, características, bondades y/o carencias de los objetos resultantes de procesos de diseño con o sin carácter ergonómico” (SARAVIA, 2006, pág. 16), motivo por el cual, el diseño se presenta como una herramienta cada vez más importante en la competencia por el mercado.

Vivimos en un mundo constantemente cambiante, donde la tecnología nos asecha, un mundo cada vez más exigente, que nos propone ser eficientes, competitivos y emprendedores, proponiendo soluciones que sean realistas, serias y concretas para afrontar los retos que impone un mundo globalizado.

La ergonomía aplicada desde la complejidad con una orientación sistemática, y, con el apoyo de conceptos y teorías de autores que se dedican a la investigación de la ergonomía relacionada con el Diseño Industrial o de Productos, en el caso del presente Trabajo de Fin de Carrera (TFC), Martha Elena Saravia, quien con su base conceptual enfocada en el

Diseño Centrado en el Usuario, la ergonomía desde la visión sistémica, etc. presentada en su libro “Ergonomía de Concepción: su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales”, ha generado el propósito de realizar una investigación más profunda sobre el tema, para presentar una metodología enfocada en el contexto local, que se explica en el presente documento.

1. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia, se han realizado estudios acerca de la relación entre el hombre y el trabajo. En la actualidad la ergonomía, no solo tiene que ver con respecto al trabajo, sino que también con el producto y sus procesos de producción. La ergonomía ha incidido según los sucesos de la historia de cada país. En Latinoamérica se da con mayor fuerza en países con mayor desarrollo industrial que en el Ecuador.

1.1 Antecedentes de la ergonomía

Los análisis ergonómicos, van desde los tiempos antiguos, donde el trabajo que el hombre realizaba era duro, “pero estuvo ligado a su naturaleza” (LAZO, 1990, pág. 82) de tal forma que obligó al hombre a sobrevivir diariamente.

En el principio, el hombre utilizaba flechas, hachas, arcos, etc.; cada ser humano tenía capacidades para trabajar cada una de esas herramientas, basándose en las características de sus materiales y limitaciones. Actualmente, el trabajo es algo tan importante en el diario vivir del hombre como lo era en la época de las cavernas, la diferencia más importante es que el pensamiento actual propone que el trabajo, el objeto o la máquina, tienen que adaptarse al hombre. Durante la existencia del ser humano se han generado ideas y pensamientos, que actualmente hacen que el hombre no solo viva de la experiencia, sino también de teorías.

Con el fin de que el hombre sea más productivo en su trabajo, se han generado propuestas para que los seres humanos sean más eficientes, al igual que las máquinas.

Adam Smith, “propone la búsqueda de la eficiencia ligada a la especialización, es decir el desarrollo de las facultadas productivas” (GARCIA, 2002, pág. 29), aumentando proporcionalmente el trabajo y haciendo que el obrero se concentre en una sola actividad

La división del trabajo propuesta por Smith, tiene tres ventajas:

- Mayor destreza de cada uno de los obreros al realizar sus actividades en un solo trabajo, no solo que lo realiza, sino que lo conoce en su totalidad y llega a ser una mano de obra calificada.
- La cantidad de tiempo empleado en cada cambio de trabajo es menor. Este tiempo es conocido como “tiempo muerto”, es generado por el descuido del mismo trabajador.
- Se inventan una gran cantidad de máquinas que facilitan el trabajo, desarrollando capacidades para generar tecnología. De esta manera Smith se concentra en el perfeccionamiento habitual y evita la pérdida de tiempo concebida por el desarrollo de varias actividades. Se cometen menos errores y el número de accidentes disminuye, es decir la eficiencia es mayor y se evita la monotonía de cada trabajador.

Frederick Winslow Taylor, propone la división del trabajo complementado con el estudio científico enfocándose en: condiciones de trabajo, tiempos y movimientos, con la idea de mejorar la producción. Realiza también el estudio acerca del reconocimiento económico y psicológico de cada puesto de trabajo.

Taylor propone que el control del trabajo es administrativo, por lo que plantea cuatro principios:

1. La necesidad de llevar a cabo un estudio científico del trabajo, donde su planeación, organización, dirección y control se encuentre a cargo de una nueva clase de especialista: el administrador.
2. La selección científica y el entrenamiento del trabajador debe ser por parte del administrador. Este principio es un modo de remplazar los métodos empíricos que favorecían el aprendizaje dado por la práctica o por la experiencia cotidiana.
3. La unión del estudio científico del trabajo con el de la selección científica del trabajador. Este principio reúne los dos anteriores, dando lugar a un trato cordial entre el administrador y el trabajador.
4. La estrecha colaboración y cooperación entre dirigente y obrero debido a la distribución equitativa del trabajo y responsabilidades. De esta manera, todo el trabajo se hace de acuerdo con los principios científicos cuando se planean (GARCIA, 2002, pág. 33).

Taylor domina y dicta los modos operativos a través de técnicas y métodos científicos de acción. El principio de organización de Taylor plantea que el trabajo humano se debe reducir.

Henry Ford, realiza un mejoramiento de la productividad proponiendo la cadena de montaje, misma que es una estructura suspendida que se puede transportar y pasa de puesto en puesto de cada uno de los trabajadores, quienes realizan una operación específica. A partir de 1918 aparece el control de producción, además de la estandarización (especificación de calidad de productos idénticos e intercambiables) y la serie.

Con respecto a la cadena de montaje, Benjamín Conat analiza los siguientes puntos:

1. Economía general de la mano de obra.
2. Fijación de la cadena de trabajo (hombres trabajan a la misma velocidad que una máquina).
3. Recurso sistemático: el maquinismo.

De los puntos anteriores, Conat asegura que la forma del sistema de trabajo de la cadena de montaje, produjo mayor concentración, tensión y fatiga psíquica, además de aislamiento social, ruido en niveles altos y monotonía por parte de los trabajadores.

Marx propone la producción en masa para aumentar el capital, de tal manera, que se toma en cuenta durante todo el proceso la duración de cada uno de los tiempos de los procesos de producción.

Las bases del estudio de la ergonomía se dan en base a que cada trabajador se encuentre sin problemas de tensiones o lesiones físicas. Según Smith, Taylor y Ford, se considera al sistema de ergonomía en el que el hombre, no tiene una posición totalmente a favor de él, sino que se lo considera como una variable dependiente y no privilegiada, propuesta que la menciona Uccelli. De la misma manera Stephan Pheasant considera que:

“La fragmentación de los procesos de producción en actividades discretas de corto ciclo alcanza altos niveles de desarrollo económico al costo de la deshumanización del trabajo. Desde el punto de vista de la ergonomía, actividades de trabajo fragmentadas son insatisfactorias no solo porque son psicológicamente no recompensadas y sociológicamente alienadas, sino también porque frecuentemente envuelven posturas de trabajo fijas o repetitivas cargas de grupos de músculos aislado” (GARCIA, 2002, pág. 43). Tanto Uccelli como Pheasant, relacionan a la ergonomía con los trabajos de Smith, Taylor y Ford.

Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori Torada y Pedro Barrau Bombardo, consideran a Leonardo Da Vinci como el predecesor de la biomecánica por sus estudios de los movimientos de los segmentos corporales. (MONDELO, 1999, pág. 14).

Durero, en lo que actualmente se considera como antropometría, se destaca por los análisis sobre la ley de proporciones y movimientos en su libro: “El arte de la medida” (1512). Lavosier con el estudio energético y el análisis del coste del trabajo muscular; Coulumb con sus estudios sobre la carga de trabajo; Chauveau con el planteamiento de las primeras leyes del gasto energético; Marey con sus técnicas de medición; Huarte con capacidades y limitaciones humanas. (MONDELO, 1999, pág. 14).

Bernardini Ramazzini es reconocido como “padre de la medicina Laboral”, por sus estudios sobre la vida de los obreros, sus patologías y sus carencias, con un enfoque preventivo. Efectuó recomendaciones para la salud laboral, tales como: descansos en trabajos pesados o de larga duración, sobre la base de análisis de las posturas inconvenientes, la falta de ventilación, temperaturas extremas, limpieza, problemas auditivos y ropa adecuada. (MONDELO, 1999, pág. 15).

Vauban y Belidor, en los siglos XVII y XVIII respectivamente, son los pioneros en planteamientos y análisis con metodologías ergonómicas, por sus estudios en el entorno donde el usuario realiza una actividad sobre la carga de trabajo; Mathias Roth realiza estudios para la prevención de las deformaciones de la columna vertebral; Tissot se destaca con estudios sobre la climatización de locales; Patissier con la recopilación de datos sobre mortalidad y morbilidad en obreros, Dobroslavin y Erisman con “Higiene e higiene en el trabajo”; Taylor, Babbage y los esposos Gilbreth con la organización científica del trabajo; Smith, Taylor y Ford con productividad y eficiencia; Wisner realiza análisis sobre raíces de la ergonomía en la filosofía aplicada; Montmollin, relaciona el desarrollo de la ergonomía con momentos históricos y plantea tres épocas: la máquina y su desarrollo tecnológico, el hombre, y los sistemas hombre-máquina. (MONDELO, 1999, pág. 16).

Los términos factores humanos, de origen norteamericano, y ergonomía, de origen europeo, son utilizados desde la Segunda Guerra Mundial (SARAVIA, 2006, pág. 9). El estudio de el rendimiento humano, estudios de motivación, entrenamiento y selección personal se ubican a principios del siglo XX. Durante los primeros veinte años del siglo XX, la productividad se relaciona con Taylor, y publicaciones de los esposos Gilbreth: Bricklaying System (1911) y

Applied Motion Study (1917). Durante la Primera Guerra Mundial, la jornada se prolongó entre 13 y 14 horas, de tal manera que aumentaron accidentes y fatiga, por lo que se conforma un comité en Inglaterra en 1915 entre fisiólogos y psicólogos que estudiaban la industria militar. En 1918 Miasischev propone la ergología o ergonología, siendo esta la disciplina dedicada al estudio del trabajo, conjuntamente con Bejterev crean el Instituto Ergológico con el propósito de realizar estudios y desarrollar los principios de la organización científica. En 1920 Gastev, estudia el trabajo intentando prever y orientar los movimientos como reacciones controladas, esto como un planteamiento cibernético (GARCIA, 2002, pág. 48).

Entre 1920 y 1930, se desarrolla la psicotecnia y la psicología del trabajo en Estados Unidos, al igual que la fisiología, la biomecánica y la higiene del trabajo. En Inglaterra se realizan investigaciones sobre las condiciones de trabajo y salud. Durante la década de 1930 se realizan investigaciones sobre el rendimiento humano con el motivo de seleccionar personal mayormente calificado. En la Unión Soviética, se paralizaron los estudios sobre el trabajo, por lo que se produjo un retroceso científico sobre las condiciones de trabajo. En Estados Unidos se realizan estudios sobre la psicología social, entre otros se destacan Levin (motivación de los seres humanos) y Elton Mayo (mejora del sistema Taylorista). En la década de 1940, se aumenta el uso de pruebas de inteligencia y se localizan diseños inadecuados para el mejor desempeño del operario. Con el objetivo de eficiencia en el campo militar, se conforman grupos multidisciplinarios de investigación, mismos que utilizan la expresión 'ingeniería humana', relacionada con la interfaz hombre/máquina. Luego el término psicología ingenieril (control de máquinas y funcionamiento de sistemas) se hace escuchar, y hasta la fecha se lo conoce como factores humanos o ergonomía (GARCIA, 2002, pág. 49).

Se crean grupos de trabajo tanto en Estados Unidos como en Inglaterra dedicados al estudio de la seguridad y comodidad de soldados y pilotos. Después de la guerra se intenta adaptar las máquinas a las capacidades humanas, con un carácter disciplinario y de forma integral. En 1949 se crea la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas en Inglaterra. En 1957 se crea la Sociedad de Factores Humanos en la ciudad de Tulsa, Oklahoma en Estados Unidos (GARCIA, 2002, págs. 50-52).

La Agencia Europea de Productividad, colaboró con el desarrollo de la ergonomía en los años sesenta. Entre 1963 y 1964 se plantean tesis fundamentales del enfoque sistémico. En

Holanda se forman centros de investigación como el Instituto Holandés de Medicina Preventiva, el Instituto para la Investigación de la Percepción de Eindhoven, el Instituto de Percepción de Soesterberg y el Laboratorio para la Ergonomía Psicológica en Amsterdam. En Bélgica y Luxemburgo, fisiólogos industriales y psicólogos trabajan en las universidades de Leiden, Lieja y Bruselas. De la misma manera en Francia se aplica la ergonomía a sistemas de transporte y a la industria del acero. En la República Federal Alemana se desarrolla la ergonomía con base en la fisiología y conjuntamente con la ingeniería industrial. A finales de los años sesenta se desarrolla la ergonomía orientada a la teoría de los sistemas (GARCIA, 2002, págs. 54-55).

Los primeros laboratorios de ergonomía, estudiaban tiempos, demandas y cargas de trabajo, como lo fue el de Eastman Kodak en Rochester, Nueva York. En la década de los sesenta hubo psicólogos experimentales y ambientales que estudiaban ingeniería psicológica, mientras en Europa había fisiólogos investigando ergonomía (GARCIA, 2002, pág. 55).

En la Unión Científica de Investigación del Instituto de Diseño Industrial se forma el departamento de ingeniería, impulsando a la ergonomía en los países socialistas. Tanto el desarrollo de la Unión Soviética como los Estados Unidos, era bastante similar. Se inician trabajos en la aviación, sistemas de energía atómica y programas espaciales, donde se involucra a la ergonomía. En la década de los sesenta, la ergonomía toma gran importancia en Japón en los sistemas de transporte. Se crean laboratorios y centros de investigación en Estados Unidos, la Unión Soviética, Rumania, Checoslovaquia, Bulgaria, Polonia, Alemania, Suecia, Dinamarca, Holanda, Suiza, Francia, Bélgica e Italia (GARCIA, 2002, pág. 56).

Actualmente existen laboratorios que realizan estudios ergonómicos. La mayoría de estudios ergonómicos son con respecto a los puestos de trabajo y su relación con los operarios. Las disertaciones de la ergonomía de producto se dan con menos frecuencia.

1.2 Ergonomía de producto

El objeto de estudio en cuanto a la ergonomía de producto, son consumidores y usuarios. Se destacan las interacciones entre el usuario y el producto. Se clasifican los productos en función del diseño ergonómico según el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) en:

1. Productos de uso masivo, que son para grupos de usuarios, y cuyas características físicas o culturales son heterogéneas.
2. Productos determinados por la eficiencia en función de la facilidad de uso.
3. Productos con características especiales de seguridad.
4. Productos con adaptaciones para grupos de usuarios con características especiales.

El diseño de productos generalmente de uso cotidiano, es considerado como una herramienta de competitividad y requiere de las bases de la ergonomía para generar mayor satisfacción por parte de los usuarios.

La ergonomía de producto se enfoca en el modelo de diseño centrado en el usuario, del cual los más destacados son: el MOST, la Casa de la Calidad, el modelo de Kano, etc., estos modelos están relacionados con los factores humanos, mismos que determinan la forma o configuración del producto mediante procesos de producción (URUEÑA, Modelos de diseño centrado u orientado al usuario, 2011).

1.3 Aplicación de la ergonomía en los procesos de producción

La ergonomía tiene como propósito optimizar ámbitos, sistemas y objetos, con los que el ser humano interactúa adaptando sus capacidades y necesidades. Los productos que son concebidos por el diseñador deben ser “seguros en el uso, fáciles de usar, fáciles de controlar y mantener, y confortables desde el punto de vista del consumidor” (IVÁÑEZ, 2000, pág. 2). Es necesario el estudio de los factores ergonómicos, relacionando al hombre y al producto mediante el diseño industrial.

El diseño industrial “es la operación de concebir, idear, y proyectar un objeto independientemente de los medios en los que se plasma el proyecto y antes de iniciar su producción” (IVÁÑEZ, 2000, pág. 2), refiriéndose a este concepto, el diseño industrial está relacionado a la Revolución Industrial, al concepto de producción en serie y al consumo de grandes cantidades de usuarios. Según el International Council of Societies of Industrial Design, “el diseño industrial consiste en coordinar, integrar y articular todos los factores que, de una u otra manera participan en el proceso constitutivo de la forma de un producto de la

industria, dentro de las condiciones que determinan las condiciones de producción de una sociedad dada” 1.

El sector empresarial y la escasa tecnología de los países de subdesarrollados, generan desafíos en cuanto a la relación del diseño con la ergonomía dentro del campo industrial, desafíos que deben ser aprovechados. Actualmente la globalización exige un mundo más eficiente en cuanto a lo laboral y a la producción, sobre todo en países latinoamericanos.

1.4 Incidencia de la ergonomía en América Latina y en el Ecuador

En América Latina, a partir de los años setenta, la ergonomía no surge en el terreno industrial o en centros de investigación, sino que aparece en la mayoría de casos ligados con el desarrollo académico de las carreras de diseño industrial. El número limitado de profesionales vinculados con la ergonomía, no permitieron un mayor desarrollo de la misma. Países latinoamericanos que se destacan en el campo ergonómico son Argentina, Brasil, México y Colombia.

En Argentina desde la década de los ochenta, se desarrollan centros de investigación y laboratorios de ergonomía aplicada en la Universidad Nacional de La Plata. Se obtiene la colaboración del francés Wisner y se forma el Centro de Estudio e Investigaciones Laborales y el Área de Estudio e Investigaciones en Ciencias Sociales del Trabajo de la Secretaría de Estado de Ciencia y Técnica en 1984 (LAZO, 1990).

En el año de 1974, Brasil crea la Asociación Brasileña de Ergonomía, orientada al diseño industrial, salud ocupacional y seguridad. La Asociación Brasileña de Ergonomía ha realizado congresos y seminarios en Latinoamérica desde el año de 1988, hasta la actualidad.

En México se crea el Centro Nacional de Productividad, donde Alain Wisner imparte cursos de ergonomía. Durante 1978 y 1979 se forma la Asociación Mexicana de Ergonomía A.C. En 1980 se forman laboratorios de ergonomía en la Universidad Autónoma Metropolitana de Xochimilco y en la Universidad de Guadalajara, con muestreos antropométricos, antropómetros e instrumentos de simulación. Desde principios de los ochenta se realizan

¹ Citado por Aguirre, Pere, en Barcelona, ciudad de sueños y diseños, en Carol, Márius, Diseño Barcelona, Ediciones de L Example, Barcelona, 1987, PÁG. 8

maestrías en diseño industrial sobre numerosos temas relacionados con factores humanos (LAZO, 1990). La Universidad del Valle de México, promovió a mediados de los años noventa la especialización en ergonomía conjuntamente con el apoyo de la Universidad de Nueva York. En 1995 se reorganiza la Asociación Mexicana de Ergonomía que había dejado de existir en la década de los ochenta.

En 1996 resurge la Sociedad Colombiana de Ergonomía, realizando el primer congreso de Ergonomía en el mismo año. La conformación de posgrados y especializaciones empiezan a partir del año 1997. Se han creado laboratorios en la Universidad Nacional de Colombia y en la Pontificia Universidad Javeriana.

En Perú se han realizado estudios antropométricos y se está empezando a trabajar en laboratorios ergonómicos.

La ergonomía en Latinoamérica no llega más allá de las aulas en las universidades, debido a que en el campo profesional no hay una aplicación adecuada. El consumo y la globalización han hecho que los países latinoamericanos, se adapten a productos para otro tipo de poblaciones, que a la larga no hacen nada más que afectar a cada uno con inadecuaciones ergonómicas (LAZO, 1990).

“Son dos cosas sobre las que se debe reflexionar: por un lado, por qué en nuestros países la ergonomía se ha quedado en el ambiente académico con poca investigación y aplicación práctica, sin llegar a repercutir profunda y adecuadamente en los sectores productivos (industrial y de servicios); y por otro lado, por qué se han adoptado modelos teóricos y metodológicos de esta disciplina –desarrollados en otros contextos- sin preguntarse si son correctos o adecuados para Latinoamérica” (GARCIA, 2002, pág. 62). Cada población latinoamericana debe contar con las medidas antropométricas y no relacionarlas con otros países puesto que se pueden generar problemas de salud en la población. La maquinaria, el trabajo físico pesado, ambientes hostiles, dietas insuficientes y restringidas son problemas que abarcan a todos los países en vías de desarrollo.

El papel de la ergonomía en el Ecuador, es desarticulado en sectores productivos, públicos o privados, debido a que no se considera a la ergonomía dentro de las políticas para el desarrollo académico o profesional.

1.5 Introducción de la ergonomía como materia en la formación de diseñadores

La manera más viable para introducir la ergonomía en la formación de diseñadores, es mediante el campo académico. Las metodologías ergonómicas para el desarrollo de productos en el Ecuador son escasas. El conocimiento teórico acerca de la ergonomía es una de las bases del diseño industrial o de productos.

El proceso de evaluación ergonómica mediante metodologías dentro del diseño de productos, es un punto débil en el desarrollo local, y es que en países como Argentina, Chile y Brasil llegó mucho antes que a los países medianos como Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela (VILLAROEL, 2008), tanto en lo académico como en el campo profesional. En el Ecuador la gran mayoría de productos que son diseñados, no poseen un carácter ergonómico. Día a día nos encontramos con objetos que son mal concebidos, y muchas veces es por la falta de implementación ergonómica, el análisis y la ejecución de la misma durante el proceso de diseño.

Es necesario el conocimiento teórico sobre la ergonomía. Se puede mencionar que sin producto industrial, la profesión de diseñador no existe, ni siquiera el proceso de concepción define al Diseño Industrial o de Productos, sino más bien el diseño integral, desde el cual se puede observar que “ no existe una práctica sin teoría y la separación teórica práctica oculta en realidad lo que se presenta en diseño, la existencia de prácticas orientadas desde la teoría y prácticas orientadas desde la experiencia” (FRANKY J. , s/a).

La competencia actual, fruto de un mundo globalizado, exige un desempeño eficaz, por lo que se necesita definir en el campo de la educación, más altos niveles que permitan a los estudiantes y profesionales relacionarlos con la ergonomía y el diseño.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Actualmente, las metodologías ergonómicas para la evaluación de productos son escasas. La ergonomía no está dada con la firmeza con la que se debería dictar en el Ecuador, por lo que se propone una metodología para la evaluación ergonómica en el desarrollo de productos.

2.1 Planteamiento del problema

Tanto lo académico como en lo profesional requieren del desarrollo de metodologías acordes con el diseño de productos, con alta resolución de ciclo de vida y sustentabilidad. El estudio de la ergonomía desde la visión sistémica, el modelo de diseño centrado en el usuario y la ergonomía de concepción de Martha Elena Saravia, permitirán el aporte de una metodología para el diseño de productos, tanto para estudiantes y profesionales relacionados con el diseño.

El planteamiento de la ergonomía desde la visión sistémica, el modelo de diseño centrado en el usuario, y los aspectos de la ergonomía de concepción, serán la base para el desarrollo de una metodología, y así, ser aplicada con el apoyo de técnicas y métodos para el desarrollo de productos. No se ha realizado ningún trabajo de fin de carrera de tales características, y es que ¿existe una metodología para la aplicación de ergonomía que se utilice en el desarrollo de productos generada en el contexto local?, para esto hay que tomar en cuenta, qué es cada uno de los conceptos anteriores, cómo plantearlos y aplicarlos, su evaluación antes, durante y después del proceso de diseño de productos y la retroalimentación que se generará.

La ergonomía de concepción permite actuar sobre el diseño del producto. El análisis para la aplicación de las metodologías de evaluación ergonómica en la actualidad, exige un grado de conocimiento de otras metodologías de evaluación ergonómica y la comparación entre ellas es considerable.

2.2 Justificación

Las diversas situaciones en las que se desenvuelve el ser humano, relacionado con el uso de objetos, productos, máquinas o servicios, generan una serie de problemas de salud física y mental. La información superficial acerca de la ergonomía y las escasas metodologías para la aplicación durante el proceso de desarrollo de productos, son la base para el proceso del presente Trabajo de Fin de Carrera.

Se ha desarrollado investigaciones, y a consecuencia de esto, se obtiene como resultado la proposición de soluciones a las necesidades del usuario. Desgraciadamente estas soluciones no son las adecuadas, y no satisfacen al usuario de la manera correcta, llegando a provocar que el usuario se adapte a los objetos y entornos, pero no de manera contraria.

Martha Helena Saravia en su libro “Ergonomía de concepción: su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales”, pretende enfatizar a la ergonomía como una disciplina científica, atada a los procesos proyectuales durante el desarrollo de productos, servicios o espacios. Dicho libro tiene una proyección para estudiantes universitarios y el desarrollo de profesionales relacionados con el diseño de productos, pero los resultados que se obtuvieron, no fueron concluidos, motivo por el cual se pretende profundizar dicha información, al igual que la ergonomía desde la visión sistémica propuesta por Gabriel García y el Modelo de diseño centrado en el usuario.

El plantear soluciones sustentadas en el análisis de las actividades, características, capacidades y limitaciones de los usuarios, permitirán profundizar el conocimiento para plantear una metodología ergonómica en objetos o productos, antes y durante su desarrollo.

En el Ecuador hace falta la contextualización de modelos de diseño, y metodologías para el desarrollo de productos. Tomando en cuenta que el presente Trabajo de Fin de Carrera (TFC) no propone una tesis para desarrollarla, la propuesta es, que el modelo para el desarrollo de productos en base a la ergonomía de concepción, ergonomía sistémica y el modelo de diseño centrado en el usuario, se contextualice en base a modelos ya existentes.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Potenciar una metodología para la evaluación ergonómica en el desarrollo de productos, para su aplicación tanto en el campo académico como profesional en el Ecuador, mediante la contextualización de los métodos, técnicas y procedimientos de la “ergonomía de la concepción”.

2.3.2 Objetivos específicos

- Adaptar métodos y modelos propios de la ergonomía al desarrollo de productos dentro del contexto ecuatoriano.
- Incorporar conocimientos sobre teoría del diseño a la práctica profesional del Diseño Industrial para la innovación con base en la usabilidad.
- Proporcionar herramientas de análisis y aplicación de datos relacionados con el usuario para el establecimiento de especificaciones, requisitos, requerimientos y atributos de los productos propios del campo del Diseño.
- Identificar las posibles fallas antes, durante y después del proceso de diseño del producto mediante la aplicación de la metodología de “Ergonomía de Concepción”.

3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Los argumentos que se desarrollan en este Trabajo Final de Carrera (TFC), son en base a los conceptos y teorías que se encuentran en el presente capítulo.

El pensamiento complejo es la base teórica, a partir de la cual, mediante una orientación sistémica se presentan conceptos como el de ergonomía, definido y clasificado por parte de algunos autores relacionados con este campo a lo largo de la historia. Conceptos como territorio, mapa y metodología, mismos que ayudan a entender de mejor manera qué es el diseño y qué es el diseño industrial, y la relación de este último con las distintas disciplinas.

Los modelos de diseño, y en especial el modelo de diseño centrado en el usuario, presentan a la ergonomía de concepción (propuesta por Martha Elena Saravia), su teoría y conceptos como la plataforma para el desarrollo de la metodología para la evaluación de productos que se presenta en esta Trabajo Final de Carrera (TFC).

3.1 Complejidad

El pensamiento de complejidad nace en el siglo XX, se refiere a que los seres humanos no esquiven la duda, es decir, considera que la duda “buena”, El cuestionamiento en todas las cosas que suceden, generan contradicciones que nos hacen pensar más. Todas las acciones deben ser orientadas desde el pensamiento complejo, para razonar desde una perspectiva más completa.

Según Morín, la complejidad, es un tejido complejo de acciones, interacciones, retracciones, determinaciones y azares que se basa en tres principios (REYNOSO, 2007):

3.1.1 El principio dialógico

Propone dos lógicas contrapuestas que se ayudan entre sí, es decir la unión de dos polos que son complementarios y generan orden, o, la misma complejidad.

3.1.2 El principio de recursividad

Cambia el concepto de jerarquía por niveles rompiendo con la idea lineal de causa efecto.

3.1.3 El principio hologramático

El todo está en las partes y viceversa, y sus características se mantienen. La complejidad es una idea de la realidad que cada ser humano percibe, los conflictos externos e internos del mismo. “La complejidad se encuentra en todos lados y no hay necesidad de ser científico para notarlo” (PAIVA CARRERA, s/a). Para que la complejidad pueda ser interpretada hay que pensar desde la complejidad, y la manera más ordenada es pensando de una forma sistémica.

3.2 Orientación sistémica

Los sistemas mediante definiciones y teorías, permiten entender sus propiedades. A continuación se propone la definición, teoría y propiedades de un sistema.

3.2.1 Definición de sistema

Hay muchas definiciones de “sistema”, pero, para fin de este TFC, es aquella definida por Ramazzini, mencionada por Pedro Mondelo, Enrique Gregori y Pedro Barrau, que considera a un sistema como un conjunto de elementos relacionados con un fin determinado, dentro de un ambiente (MONDELO, 1999).

Los sistemas pueden ser físicos, que están compuestos por objetos y elementos reales; y abstractos, conformados por ideas, conceptos, planes y pensamientos.

3.2.2 Teoría general de Sistemas

Los sistemas tienen varias definiciones según los diferentes autores. Según Ludwig Von Bertalanffy (VON BERTANLANFFY, 1986, págs. 37-38), propone crear condiciones de aplicación en la práctica, mediante la formulación de teorías y conceptos. Las bases de la teoría de los sistemas según Ludwin Von Bertalanffy son:

- Existe una nítida tendencia hacia la integración en las diversas ciencias naturales y sociales.
- Esta integración parece orientarse hacia una teoría de los sistemas.

- Dicha teoría de los sistemas puede ser una manera más amplia de estudiar los campos no físicos del conocimiento científico, en especial las ciencias sociales.
- Esa teoría de sistema, al desarrollar principios unificadores que atraviesan verticalmente los universos particulares de las diversas ciencias involucradas, nos aproxima al objetivo de la unidad de la ciencia.
- Esto puede llevarnos a una integración en la administración científica.

Bertalanffy propone la multidisciplina para llegar a estudiar lo que no se ve a simple vista con un enfoque hacia las ciencias sociales con el afán de llegar a proponer teorías y también conceptos. La desintegración de las ciencias es criticada por Bertalanffy, ya que por el mismo hecho de estar divididas, sus propiedades no son lo suficientemente acertantes.

Según las premisas de la Teoría General de Sistemas:

“Los sistemas existen dentro de sistemas” (www.cnna.gov.ec, 2010), y es que cada sistema de la naturaleza tiene subsistemas, y cada uno de estos pasa a ser un sistema donde se encuentran varios subsistemas, y así sucesivamente. Todos los sistemas tienen subsistemas que lo conforman.

3.2.2.1 *Sistemas Cerrados*

Los sistemas cerrados según Bertalanffy, son aquellos que se consideran aislados del medio circundante. Un ejemplo de esto es la física ordinaria, misma que solo se ocupa de sistemas cerrados (VON BERTANLANFFY, 1986, pág. 39), es decir, tienen leyes que rigen para cada sistema.

3.2.2.2 *Sistemas Abiertos*

Los sistemas son abiertos en el hecho de la relación de los mismos, en la que, cada sistema tiene comunicación con otros sistemas (www.cnna.gov.ec, 2010), y así cumplen con un proceso de cambios entre ellos, y también lo realiza con su entorno, un ejemplo de esto son los seres vivos que se relacionan con otros sistemas.

3.2.3 Principio de Equifinalidad

En cualquier sistema cerrado, el estado final está inequívocamente determinado por las condiciones iniciales (VON BERTANLANFFY, 1986, pág. 40). Por ejemplo el sistema planetario, depende inequívocamente de las concentraciones iniciales de los compuestos reaccionantes para que el movimiento tenga como resultado las concentraciones reaccionantes de los compuestos.

3.2.4 Funciones de un sistema

“Las funciones de un sistema dependen de su estructura. Para los sistemas biológicos y mecánicos, esta afirmación es intuitiva” (www.cnna.gov.ec, 2010), ya que la relación entre sistemas y estructuras tiene que ser comprendida, al punto de llegar a cumplir funciones.

Actualmente el término sistema es empleado en las diferentes profesiones, y es que, al sistematizar, disminuye la probabilidad de no tomar en cuenta cosas que parecen insignificantes.

3.2.5 Propiedades de un sistema

Las propiedades de los sistemas se pueden enumerar de la siguiente forma (www.cnna.gov.ec, 2010):

- La definición del nivel de respuesta dentro de un contexto, es definido como homeóstasis, mientras que el desgaste debido a su funcionamiento se denomina entropía.
- La interacción entre el sistema y el ambiente tiene niveles de permeabilidad que pueden ser menores o mayores.
- Cuando los elementos dependen de uno, se considera como centralización. Los sistemas descentralizados son aquellos cuyo elemento dependiente está formado por subsistemas.
- La adaptabilidad del sistema tiende a sufrir cambios dentro de un contexto.
- Cada elemento del sistema debe mantenerse en funcionamiento.
- El trabajo por parte del sistema de una manera efectiva, lo mantiene estable.

- El alcance de los objetivos llevan al éxito del mismo.
- El límite es el punto en el que se separa el sistema del ambiente o los ambientes que lo rodean.

Los sistemas y la ergonomía, se relacionan debido a que la ergonomía estudia los diferentes sistemas de trabajo, sistemas del ser humano, sistemas del medio ambiente y sistemas del entorno de manera integral. De igual manera estudia los subsistemas que cada sistema posee, tomando en cuenta las interacciones que hay entre cada sistema y subsistemas.

3.3 Ergonomía

La ergonomía es considerada como una disciplina científica que estudia los sistemas: hombre, máquina y medioambiente; no es considerada una ciencia por falta de postulados y cuerpo de conocimiento. La ergonomía ha sido conocida con diferentes términos como: factores humanos, ingeniería de factores humanos, ingeniería humana e ingeniería psicológica. Las definiciones de ergonomía propuestas por varios autores, ha permitido clasificarla en función de las distintas disciplinas con las que se interrelaciona.

Etimológicamente, la ergonomía es considerada como el estudio de las leyes naturales del trabajo. El término ergonomía proviene de las palabras griegas “ergon” que significa trabajo y “nomos” que significa ley o norma.

La ergonomía tiene varias definiciones, la primera referencia es la de Wojciech Jastrzebowski, en el libro titulado “Compendio de ergonomía o la ciencia del trabajo basada en verdades tomadas de la naturaleza” dice lo siguiente: “para empezar un estudio científico del trabajo y elaborar una concepción de la ciencia del trabajo, no debemos supeditarla en absoluto a otras disciplinas científicas” (MONDELO, 1999, pág. 15).

A lo largo del tiempo se han considerado definiciones de ergonomía como la de la Larousse “la ergonomía es el estudio cuantitativo y cualitativo de las condiciones de trabajo en la empresa, que tiene por objeto el establecimiento de técnicas conducentes a una mejora de la productividad y de la integración en el trabajo de los productores directos”. Según la Real Academia de la Lengua Española (1989), es “parte de la economía que estudia la capacidad y psicología humanas en relación con el ambiente de trabajo y el equipo manejado por el trabajador”.

En cuanto a definiciones acerca por parte de profesionales, se puede destacar la de Murrell (1965): “la ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral”; para Singlenton (1969), es el estudio de la “interacción entre el hombre y las condiciones ambientales”; para Grandjean (1969) es “el estudio del comportamiento del hombre en su trabajo”; según Faverge (1970) “es el análisis de los procesos industriales centrado en los hombres que aseguran su funcionamiento”; para Montmollin (1970) “es una tecnología de las comunicaciones dentro de los sistemas hombres-máquinas”; Cazamian (1973) escribe que “la ergonomía es el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas”, mientras que Wisner (1973) propone: “la Ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficacia, seguridad y confort”; para Guélaud, Beauchesne, Gautrat y Roustang (1975) la ergonomía es “el análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico del trabajo, ambiente térmico, ruidos, iluminación, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo y todo aquello que puede poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso”.

En síntesis, las definiciones de ergonomía tienen varios aspectos de los que se puede destacar, que el principal estudio es el hombre y su interacción con el medio ya sea este natural o artificial; no es considerada una ciencia sino más bien se puede decir que es una disciplina científica multidisciplinar, cuya base de protección es la salud física, psíquica y social de las personas.

FÍSICO	MENTAL	SOCIAL	SALUD
CONDICIONES MATERIALES AMBIENTE DE TRABAJO	CONTENIDO DEL TRABAJO	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	EVITAR DAÑOS
SEGURIDAD	PSICOLOGÍA	INGENIERÍA	
HIGIENE	SOCIOLOGÍA	PSICOLOGÍA	
INGENIERÍA	INGENIERÍA	ECONOMÍA	
FÍSICA	FISIOLOGÍA	SOCIOLOGÍA	
FISIOLOGÍA		LEGISLACIÓN	
PSICOLOGÍA			
ESTADÍSTICA			
ERGONOMÍA			BIENESTAR
"LA SALUD ES EL BIENESTAR FÍSICO, PSÍQUICO Y SOCIAL DE LAS PERSONAS"			

Cuadro 1 Ciencias que utiliza la ergonomía (según Fernández de Pinedo) para mantener la salud de los trabajadores

La ergonomía tiene el objetivo de mejorar la interacción Persona-Máquina, la pluridisciplinariedad en campos como la ingeniería, la medicina, la psicología, la economía, la estadística, etc.; interviene en lo real, donde analiza la acción humana mediante el análisis de actitudes, gestos, movimientos para poder desarrollar una actividad validando condicionantes y limitaciones del ser humano.

La ergonomía desempeña su actividad en distintos campos:

TAXONOMÍA	
ERGONOMÍA	PUESTO DE TRABAJO
	PERSONA-MÁQUINA
	SISTEMAS PERSONAS-MÁQUINAS
ERGONOMÍA	PREVENTIVA
	Diseño - Concepción
	CORRECTIVA
	Análisis de errores y rediseño
ERGONOMÍA	GEOMÉTRICA
	Postural, movimiento, Entornos
	AMBIENTAL
	Iluminación, sonido, calor, etc.
	TEMPORAL
	Ritmos, pausas, horarios, etc.
	TRABAJO FÍSICO
	TRABAJO MENTAL

Cuadro 2 Enfoques de la clasificación de la ergonomía (MONDELO, 1999).

La ergonomía se clasifica en tres tipos: el primero es según el puesto de trabajo y los sistemas persona-máquina. El segundo tipo canaliza a la ergonomía preventiva como aquella que se da desde la concepción del diseño, y la ergonomía correctiva, aquella que analiza los errores para generar un rediseño. El tercer campo en el que se clasifica la ergonomía abarca la ergonomía geométrica, la geometría ambiental, la geometría temporal y el trabajo físico y mental. De esta forma se puede identificar el tipo de ergonomía al que se puede referir al realizar las interacciones entre personas, máquinas y entorno.

3.3.1 Relación y ubicación con otras disciplinas

3.3.1.1 *Seguridad Industrial*

La seguridad industrial se basa en la identificación de riesgos y en la prevención de accidentes en el trabajo. Los principios básicos de la seguridad industrial, se basan en:

- El error humano, que es la causa primaria de accidentes de la gente, ya sea por una actitud impropia, desconocimiento, falta de destreza, falta de previsión, exceso de confianza, cansancio, etc.
- La seguridad industrial es un problema de la administración. Los errores de la administración también son errores humanos, como: la falta de planeación, coordinación, previsión, etc., estos causan accidentes (GARCIA, 2002, pág. 91).
- La capacitación de administradores y el personal de planta permiten la identificación de posibles riesgos que puedan convertirse en incidentes o accidentes.

La seguridad industrial tiene un enfoque preventivo, y es por esto la justificación de desarrollo de estándares de puestos de trabajo y programas de control de accidentes.

3.3.1.2 *Higiene industrial o higiene del trabajo*

El objetivo principal de la higiene industrial es mantener la salud e integridad física y mental de los trabajadores. La higiene industrial reconoce (identificación de factores físicos y psicológicos), evalúa (cuantifica factores de riesgo) y controla (evitar posibles daños) riesgos laborales de trabajo.

Dentro de las actividades de las personas o grupo de personas encargadas de la higiene industrial, están las siguientes:

- Diseñar un programa que le permita obtener un inventario de sustancias peligrosas.
- Identificar, a través de un análisis cualitativo y cuantitativo, los principales compuestos manejados, sean estos sólidos, líquidos o gaseosos.
- Determinar la cantidad del compuesto por usar en cada operación, la forma en que se va a aplicar y el lugar o departamento donde se va a utilizar.

- Evaluar si los compuestos son inmediatamente peligrosos para la salud, esto es, si son cancerígenos, mutágenos o teratógenos” (GARCIA, 2002, pág. 98).

La higiene industrial al igual que la seguridad industrial, tiene un carácter preventivo dentro de cualquier tipo de empresa o industria. Es considerado un lugar seguro de trabajo cuando las condiciones de higiene y seguridad son las adecuadas controlando agentes psíquicos, químicos y biológicos dentro de los niveles permitidos.

3.3.1.3 *Medicina del trabajo o salud en el trabajo*

La medicina del trabajo se encarga del estudio de trabajadores enfermos, tiene como fin el conocimiento y la cura de enfermedades o daños. El objetivo principal de la medicina del trabajo es educar y prevenir anteponiendo la salud² como eje fundamental para conocer el estilo de vida de los trabajadores no solo de manera individual, sino como masas, y para protegerlos de factores nocivos que son expuestos durante el trabajo.

La higiene, la seguridad y la salud industrial, deben ser de carácter preventivo. El encargado de la salud generalmente es un médico, quien se apoya en la fisiología, toxicología, dermatología, neurología y epidemiología.

3.3.2 Ergonomía en la producción industrial

La ergonomía es considerada como una técnica aplicada dentro de la producción industrial. La multidisciplinariedad permite, que la ergonomía considere a diferentes ciencias como la anatomía, antropometría, fisiología, biomecánica, ingeniería y psicología del trabajo, que sean parte del correcto desarrollo en la producción industrial.

La ergonomía permite actuar en la producción industrial enfocándose en los siguientes puntos:

- Reducir y controlar riesgos (accidentes y enfermedades laborales). Reducir la fatiga y la carga de trabajo (física y psíquica).

² Para la Organización Internacional del Trabajo, la salud es un estado de completo bienestar físico, mental, social y no solamente la ausencia de afecciones y enfermedades.

- Mejorar la productividad, aumentar la rentabilidad financiera y reducir los costos laborales por ausentismo, rotación, conflictos, desinterés o desmotivación (GARCIA, 2002, pág. 103).

Las actividades del contexto laboral donde se desenvuelve la ergonomía son:

- Investigar y solucionar problemas ergonómicos en las industrias que así lo requieran; por ejemplo, inadecuados puestos de trabajo por las condiciones antropométricas y biomecánicas.
- Desarrollar simulaciones de tipo ergonómico para establecer la disposición o distribución más conveniente de tableros y comandos, en máquinas/ herramientas o estaciones de control.
- Realizar levantamientos antropométricos de diversas poblaciones para proporcionar datos útiles y acertados en el diseño de productos y espacios.
- Comprobar la adecuación de un producto respecto a su potencial usuario.
- Publicar información relevante para el diseño de mejores productos.
- Desarrollar nuevas interfaces hombre-máquina.
- Evaluar la capacidad de conocer, interpretar, distinguir, memorizar, etc., diferentes símbolos o sistemas de señales (lenguajes) (GARCIA, 2002, pág. 105).

Las actividades anteriores son realizadas en laboratorios de ergonomía, evitando pérdidas de dinero a empresas, centrándose en el estudio y desarrollo del ser humano, además de su interacción con el trabajo.

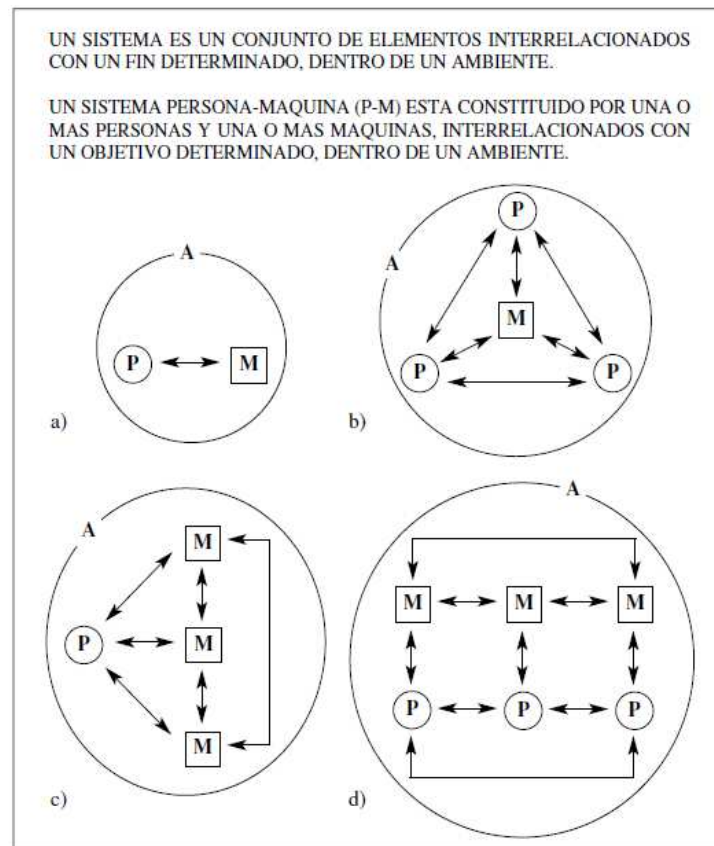
La ergonomía trabaja interdisciplinariamente con diferentes campos como:

ANATOMÍA	FISIOLOGÍA	INGENIERÍA	ADMINISTRACIÓN
Trabaja con la estructura morfológica y funcional (mediciones del cuerpo); es, por lo tanto, uno de los pilares para la definición de la capacidad física, así como para establecer la antropometría y la biomecánica de los trabajadores.	Se ocupa del organismo humano y de su capacidad de adaptación a determinado medioambiente; en particular, cómo aprende, trabaja, se socializa, etc.	Especialmente la ingeniería industrial que se ocupa del estudio de métodos de trabajo como tiempos y movimientos, la cual es una técnica con muy pocos cambios desde su creación a principios de siglo. Sin embargo, debemos reconocer que los conceptos de economía de movimientos han evolucionado gracias al desarrollo de la antropometría y la biomecánica.	Apoyada en los principios de planeación, dirección, organización y control se ocupa de los recursos humanos (por ejemplo, definición del perfil de puesto). Cuando los métodos de trabajo se aplican desde la perspectiva económica de la administración, se tiende a concentrar más atención en las implicaciones de la reducción de costos de producción que en el mejoramiento de las condiciones del trabajador.

Cuadro 3 Campos interdisciplinarios con los que la ergonomía trabaja (GARCIA, 2002, pág. 106)

3.3.3 Sistema ergonómico clásico

Anteriormente y en la mayoría de definiciones de ergonomía, se consideraba al sistema ergonómico únicamente con dos elementos: el ser humano y el objeto o máquina. El ambiente era tomado como referencia donde actuaban el ser humano y el objeto o máquina.



Imágen 1 Diagrama del sistema Persona-Máquina (MONDELO, 1999, pág. 15).

Según el sistema Persona-Máquina, cada sistema está constituido por una o más personas y una o más máquinas interaccionando entre sí, con un objetivo determinado y dentro de un ambiente.

Los objetivos que proponen Mondelo, Gregori y Barrau, acerca del análisis del sistema ergonómico clásico es:

1. Mejorar la interrelación persona máquina.
2. Controlar el entorno del puesto de trabajo, o el lugar de interacción conductual, detectando las variables relevantes al caso para adecuarlas al sistema.
3. Generar interés por la actividad procurando que las señales del sistema sean significativas y asumibles por la persona.
4. Definir los límites de actuación de la persona detectando y corrigiendo riesgos de fatiga y/o psíquica

5. Crear bancos de datos para que los directores de proyectos posean un conocimiento suficiente de las limitaciones del sistema Persona-Máquina de tal forma que evite los errores en las interacciones.

En el sistema ergonómico clásico cabe destacar los tres tipos de sistemas de interacción entre la persona y la máquina:

1. Sistemas manuales, son aquellos en los que el ser humano o persona genera el funcionamiento de la máquina en función de la energía aportada, generando un control directo sobre los resultados.
2. Sistemas mecánicos, son aquellos en los que la persona aporta una cantidad limitada de energía para el funcionamiento de las máquinas, ya que estas últimas abarcan la mayor cantidad del funcionamiento ya sea por ella misma o por alguna fuente exterior.
3. Los sistemas automáticos se destacan por el propio funcionamiento, ya sea que haya sido programado por una persona, pero tienen la capacidad de auto regularse. Es imprescindible la actuación de una persona para el monitoreo y mantenimiento de este sistema de autocontrol.

3.4 Territorio, mapa y metodología

Bolívar Chávez, en su Trabajo de Fin de Carrera (TCF): “Aproximación a los Modelos de Diseño Industrial o de Productos y su Aplicación en el Ejercicio Profesional”, recomienda definir tres conceptos: Territorio, Mapa y Metodología antes de hablar sobre modelos de diseño (CHAVEZ, 2010, pág. 6).

3.4.1 Territorio (Diseño)

“El territorio está definido como un área definida o delimitada. Desde el punto de vista de la complejidad, se considera como una relación dinámica entre diferentes componentes sociales, económicos, culturales, tecnológicos y aquellos que poseen valores materiales e inmateriales propios de un territorio donde se habita, se convive y se produce...”. (CHAVEZ, 2010, pág. 6)

El territorio se puede relacionar con el diseño desde el punto de vista complejo.

La delimitación del diseño desde el punto de vista de la complejidad está identificada mediante los siguientes conceptos (CHAVEZ, 2010): etimología, diseño y diseño industrial.

- **Etimología:**

Diseño del vocablo italiano “disegno” comparte la misma raíz con la palabra designio, que significa elección de los signos que van a ser los elementos constituyentes de ese objeto y que va a conformar su identidad (CHAVEZ, 2010, pág. 6).

- **Diseño**

El termino diseño está definido según la Real Academia de la Lengua Española como la concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie. Este término se asocia con la creación de algo y su entorno condiciona su significado.

Según Lobach, se considera al diseño como el proceso de adaptación del entorno objetual a las necesidades físicas y psíquicas de los hombres de la sociedad (LOBACH, pág. 11).

Según Bernard E. Bürdek, quien consultó en el Oxford English dictionary del año 1588, se define al diseño como un plano o un boceto concebido por un hombre para algo que se ha de realizar; un boceto dibujado para una obra de arte... o un objeto de arte aplicada, necesario para la ejecución de la obra (BÜRDEK, 2005, pág. 16).

- **Diseño industrial**

A lo largo de la historia, se han considerado distintos conceptos de diseño industrial. A continuación se presentan algunos de ellos:

Según el ICSID (International Council of Industrial Design), el diseño industrial es considerado como una actividad creativa, cuyo propósito es establecer las cualidades multifacéticas de objetos, procesos, servicios y sus sistemas en todo su ciclo de vida. (Para ver otros conceptos de diseño industrial, ir a anexo 1)

El propósito del diseño de mejorar la sustentabilidad mundial, de dar libertad, de apoyar a las culturas, de dar a productos, servicios y sistemas formas expresivas y coherentes, lo realiza mediante evaluaciones y descubrimientos. El diseño industrial, no solo es considerado por los procesos que son en serie, sino que abarca distintos tipos de productos, servicios y sistemas.

3.4.1.1 Interdisciplinariedad del diseño industrial

El generalismo de los diseñadores y el saber de todo, ya no es suficiente en la actualidad. El desarrollo tecnológico, la investigación, la economía han hecho que a lo largo del tiempo cada campo sea tan amplio, que una sola persona no lo pueda cubrir. La relación por parte del diseño con otras disciplinas es de la mayor importancia, debido a que se complementan para el desarrollo del mismo.

Luis Rodríguez Morales, propone en su libro “Diseño, estrategia y táctica” (2004) la función, la tecnología, la expresión y la forma, señalándolo como un tema interdisciplinario en todos sus aspectos.

Es de suma importancia hablar de la interdisciplinariedad entre factores humanos, industriales, medioambientales, y en la actualidad de factores de mercadeo (URUEÑA, "Ergonomía de la concepción", 2009). Los factores, conforman una propuesta para que el diseño se comprometa con el desarrollo, no solo con los factores ya mencionados, sino también con otros como lo son los culturales, sociales, económicos, etc.

3.4.1.2 Campo interdisciplinar del diseño industrial

Jaime Franky considera a los factores humanos, los factores industriales, los factores medioambientales, entre otros, como factores determinantes de la forma (FRANKY J. , ACTO, 2004).

FACTORES		
HUMANOS	INDUSTRIALES	AMBIENTALES
Los factores humanos son considerados como factores psicológicos o fisiológicos.	Los factores industriales tienen que ver con los materiales, la tecnología y los procesos industriales.	Los factores ambientales se relacionan con el ciclo de vida del producto.
ERGONOMÍA		

Cuadro 4 Factores humanos, industriales y ambientales (URUEÑA, "Ergonomía de la concepción", 2009)

Tanto la innovación como la creatividad son dos palabras fundamentales que tienen que intervenir en la interdisciplinariedad del diseño industrial, y que están ligadas estrechamente entre sí, para que el diseño sea innovador y creativo. El diseño industrial tiene como disciplina la configuración desde el mismo diseño hacia la forma, la prefiguración como modelos o prototipos y la estética asociada a los sentidos como manera de expresión.

3.4.2 Mapa (MODELOS)

Dentro de la complejidad, se considera a un mapa como un todo multidimensional el cual nos sirve para entender o aproximarse a un o unos territorios (CHAVEZ, 2010, pág. 6).

3.4.2.1 Características de los modelos

“Los modelos son considerados como representaciones complejas del mundo real, de los cuales cabe mencionar modelos como: esquemas, bocetos, simuladores, renders, metodologías, etc., y permiten proyectarse sobre planos abstractos”. (CHAVEZ, 2010)

Los modelos son considerados como sistemas de representación (mapas) del mundo real (territorio).

CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS	
·	El modelo esquematiza las características de la realidad.
·	Debe ser operativo y más fácil de estudiar que el fenómeno real (territorio).
·	Un mismo fenómeno puede ser representado por varios modelos.
·	La teoría establece el significado de las variables, relaciones y constantes del modelo.

Cuadro 5 Características de los modelos (CHAVEZ, 2010).

3.4.2.2 Clasificación de los modelos

Los modelos se clasifican en tres principales:

CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS		
ICÓNICOS	ANALÓGICOS	TEÓRICOS CONCEPTUALES
Siendo una reproducción que puede ser de menor o mayor escala del objeto real, en la cual se pueden realizar pruebas para el desarrollo del producto.	La apariencia física con respecto al original es distinta pero su comportamiento es representativo.	Representa características y relaciones fundamentales del fenómeno utilizando símbolos para designar las propiedades del sistema real.

Cuadro 6 Clasificación de los modelos (CHAVEZ, 2010).

Según Kuhn, propone el principio (fundamentos) la teoría (conceptos), la instrumentación (herramientas) y la aplicación (práctica), y su interrelación entre cada uno de estos elementos (CHAVEZ, 2010).

3.4.3 Metodología (MÉTODO)

Las metodologías son consideradas como caminos para los mapas, y permiten reflexionar sobre el proceso de diseño (CHAVEZ, 2010, pág. 6).

3.4.4 Modelos de Diseño Industrial o de Productos

Según la investigación y el análisis del D.I. Bolívar Chávez en su TFC, como esencia de su marco teórico clasifica a los siguientes modelos en función del Diseño Industrial o de Productos (CHAVEZ, 2010):

CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE DISEÑO INDUSTRIAL O DE PRODUCTOS
<ol style="list-style-type: none">1. Diseño Centrado en el Usuario2. Diseño Estratégico3. Diseño Centrado en el Medio Ambiente4. Diseño Centrado en la Integración5. Otras posibilidades

Cuadro 7 Clasificación de los modelos de diseño industrial o de productos (CHAVEZ, 2010).

Los diferentes enfoques que se dan al diseño para llegar a realizar un proceso procuran tener resultados más eficaces y eficientes. Las metodologías utilizadas para cada modelo anterior, permiten el desarrollo de los productos, el análisis y la evaluación de los mismos.

Los elementos que componen el modelo, son: el principio, la teoría, la instrumentación y la aplicación, que permiten generar modelos teórico-prácticos. Los elementos se pueden comportar de la siguiente forma:

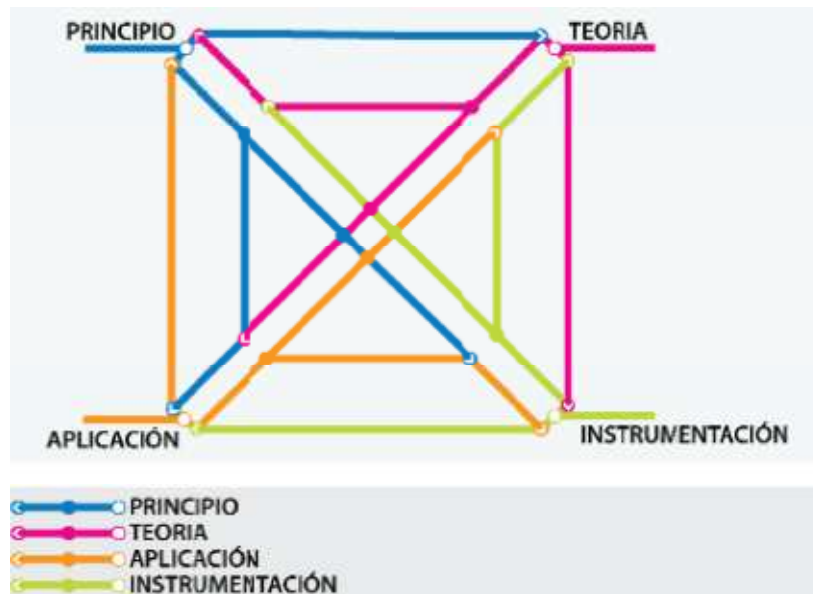


Imagen 2 Sistema de interacciones de los elementos de un modelo (CHAVEZ, 2010, pág. 34).

3.4.4.1 *Diseño Centrado en el Usuario*

El Diseño Centrado en el Usuario se basa en las necesidades y los intereses del usuario, con especial hincapié en hacer que los productos sean utilizables y comprensibles (NORMAN, 1990, pág. 230), es decir, es un diseño más focalizado, basado en las características del usuario, y tomando en cuenta los aspectos contextuales de su comportamiento y usabilidad.

El diseño centrado en el usuario tiene como resultado objetos de mayor calidad, es por esto que la usabilidad va de la mano del diseño centrado en el usuario.

Karl Krippendorff aportó tres reglas para el diseño de productos en cuanto a su facilidad de uso:

1. Un producto debe explicar lo que es y para qué sirve.
2. Un producto debe comunicar cómo debe o puede ser usado.
3. Un producto debe proporcionar feedback³.

³ Retroalimentación.

La facilidad de uso, tanto de objetos o máquinas se cuantifica mediante encuestas al usuario. Para esto se genera un listado de las acciones de uso y se califica la facilidad de uso u operación para cada una de esas acciones. Al ser un diseño centrado en el usuario, depende del criterio de cada usuario o grupo de usuarios si la facilidad es alta o baja. Al considerarse que es un diseño desde el momento de la concepción del mismo se realizan las encuestas a posibles usuarios enumerando las distintas acciones que podrían pasar en el supuesto caso.

3.4.4.2 Modelos mentales del Diseño Centrado en el Usuario

Norman propone tres modelos mentales: el modelo del diseño, el modelo del usuario, y la imagen del sistema (NORMAN, 1990, pág. 234).

MODELOS MENTALES DE DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO		
MODELO DEL DISEÑO	MODELO DEL USUARIO	IMAGEN DEL SISTEMA
Es la conceptualización que tiene en mente el diseñador (NORMAN, 1990, pág. 234).	El usuario lo elabora para explicar el funcionamiento del sistema (NORMAN, 1990, pág. 234).	El diseñador asegura que todos los elementos del producto sean coherentes con el funcionamiento del modelo conceptual adecuado (NORMAN, 1990, pág. 234).

Cuadro 8 Modelos mentales de diseño centrado en el usuario (NORMAN, 1990).

Los tres modelos anteriores según Norman, se entrelazan y son fundamentales para el desarrollo del diseño centrado en el usuario.

“La ergonomía pretende concientizar al diseñador industrial de la importancia de considerar los factores humanos cuando diseña los objetos que el hombre usa” (LAZO, 1990, pág. 81), y es que tanto el diseño centrado en el usuario y la ergonomía, tienen que “ir de la mano”, de tal manera que se eliminen o disminuyan los riesgos de los usuarios, se proporcione confort

físico y mental a los usuarios, al igual que se los satisfaga emocionalmente, que los objetos sean funcionales y fáciles de usar, y que la productividad aumente (MERCADO, 2007, pág. 1).

Según Lucila Mercado⁴, el diseño centrado en el usuario significa que:

- Hay participación activa de los usuarios.
- Se considera con igual importancia las características tecnológicas, los aspectos humanos, sociales y del contexto de uso.
- Hay un claro conocimiento de los requerimientos de los usuarios para desarrollar sus actividades.
- Se ha considerado la diversidad física de usuarios, permitiendo que todos ellos lleven a cabo de manera eficiente sus tareas.
- Hay una apropiada asignación de funciones entre el usuario y el objeto.
- Se considera un desarrollo interactivo de las soluciones de diseño (MERCADO, 2007, pág. 2).

3.4.4.3 *Clasificación de modelos de Diseño Centrado en el Usuario*

Los modelos de diseño centrado en el usuario más destacados son los siguientes:

3.4.4.3.1 **Ingeniería Kansei**

Es una ergonomía orientada al consumidor con el fin del desarrollo del producto. Nace en los años 80 a través del trabajo de Mitsuo Nagamachi. Está enfocada en las necesidades y sentimientos del consumidor (MONDRAGÓN, XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002).

⁴ Maestra en Diseño Industrial, por la Facultad de Arquitectura, UNAM (2003); Licenciada en Comunicación Gráfica por la Escuela Nacional de Artes Plásticas, UNAM (1994). Es tutor del programa de Maestría en Diseño Industrial y de la Licenciatura en Diseño Industrial, UNAM (2004). En el área de docencia ha impartido las materias de Ergonomía I (2005, 2006) y Ergonomía Cognitiva, para la Maestría en Diseño Industrial, UNAM (2005, 2006, 2007); Laboratorio de Ergonomía, Licenciatura en Diseño Industrial, UNAM (2004, 2005, 2006, 2007); Ergonomía I y II, Licenciatura en Diseño Industrial, ITESM-Estado de México (2006); Ergonomía, Licenciatura en Diseño Industrial, Universidad Iberoamericana (2004, 2005); Ergonomía, Maestría en arquitectura y Bioclimatismo, Universidad Cristóbal Colón, Veracruz (2006); Ergonomía y antropometría, Especialidad en Arquitectura de Interiores, Universidad Anáhuac del Sur (2005, 2006). Actualmente es Coordinadora de la Licenciatura en Diseño y profesor Asociado “D” del Departamento de Teoría y procesos del Diseño de la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño, Unidad Cuajimalpa.

3.4.4.3.2 *Diseño Emocional*

“Se refiere a cuestiones sensibles que requieren un control estricto de quienes las utiliza y las comprende” (NORMAN, 1990, pág. 250), es decir que se enfoca a las emociones del usuario.

3.4.4.3.3 *Usabilidad*

Los objetos o productos deben ser perceptibles, descubribles y fáciles de usar:

- Un producto debe expresar lo que es y para qué sirve.
- Un producto debe comunicar cómo debe o puede ser usado.
- Un objeto debe proporcionar “feedback”⁵ (MONDRAGÓN, XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002).

3.4.4.3.4 *Modelo Media LAB*

Es un modelo de investigación centrado en temas de interacción ser humano-computadora, donde se toma en cuenta interfaz de usuario y adición de sensores y actuadores. (CHAVEZ, 2010, pág. 39).

3.4.4.3.5 *Ergonomía de Concepción*

Es un modelo de aplicación ergonómica preventiva que se desarrolla durante la concepción del diseño, donde se consideran los elementos: ser humano, objeto/máquina y espacio físico, mismos que se interrelacionan entre sí.

La ergonomía y el diseño van de la mano, y adquieren un enfoque sistémico donde se interrelacionan los elementos anteriores, de tal manera que se aproxima a los comportamientos y distintas situaciones durante el desarrollo de los productos.

La ergonomía es el análisis multidisciplinario de la interacción del sistema compuesto por los subsistemas usuario-objeto-actividad-entorno, considerando las capacidades y limitaciones cognitivas y físicas del usuario, así como su relación con los factores del entorno y del objeto

⁵ Traducción del inglés al español: retroalimentación.

que intervienen en una actividad con la finalidad de optimizar la interacción entre sus componentes” (JUAREZ. ANAYA, José Luis. COLIN, Lucila. PLASCENCIA. ROSALES, Ireiri. RODEA, C. Alejandro. SANCHEZ, Janet, 2003)

Con cada uno de los elementos del sistema ergonómico permiten observar los problemas o beneficios en el proceso de diseño mediante la interacción entre las diversas posibilidades de relación de los elementos del sistema.

Según el D.I. Bolívar Chávez, el diseño centrado en el usuario permite:

- Proyectar objetos adecuados a las necesidades del usuario.
- Evaluar la relación existente entre el objeto-usuario y viceversa.
- Realizar objetos funcional y estéticamente accesibles para los usuarios.
- El uso de la ergonomía como herramienta activa dentro de los procesos de diseño
- Permiten la participación e interacción del usuario con el proceso de diseño.

3.4.4.3.5.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA ERGONÓMICO DE ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN

Dentro del sistema ergonómico se consideran tres elementos: el ser humano, el espacio físico y el objeto o máquina.

ELEMENTOS DEL SISTEMA ERGONÓMICO DE ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN		
SER HUMANO	OBJETO O MÁQUINA	ESPACIO FÍSICO

Cuadro 9 Elementos del sistema ergonómico de ergonomía de concepción (SARAVIA, 2006)

El ser humano puede ser cualquier individuo, el mismo que goce de salud, tenga alguna enfermedad o cierto tipo de limitación, al mismo que se tienen que tomar en cuenta sus características sociales, morales, intelectuales, psicológicas, sensoriales, fisiológicas y

físicas. El segundo elemento del sistema ergonómico es el objeto o máquina, mismo que puede ser todo tipo de objeto, máquina que sea manual, semiautomático, automático e independiente. El lugar donde se desenvuelve el ser humano es el espacio físico, que es el lugar específico, material y también concreto, natural o artificial.

Para que los elementos del sistema ergonómicos interactúen o se interrelacionen, hay que tomar en cuenta los siguientes conceptos:

- **Interfaz**

Es el campo donde se establecen las relaciones directas entre los elementos del Sistema ergonómico o de sus subsistemas descritos por Martha Elena Saravia y Gabriel García (SARAVIA, 2006).

- **Interacción**

Acción o conducta específica que se da entre los elementos de un sistema/ subsistema y se produce dentro de la interfaz, es decir la interacción es parte de la interfaz.

Los elementos ergonómicos se relacionan entre sí o entre sus partes dentro del sistema ergonómico.

3.4.4.3.5.2 FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA

Saravia propone aspectos cualitativos de la dimensión ergonómica del Sistema Ergonómico (SE), mismos que son aspectos que se adecúan dependiendo de los componentes del sistema, las limitaciones que se puedan dar así como las capacidades del ambiente.

3.4.4.3.5.3 ÍNDICES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA

El carácter cuantitativo de los índices de adecuación ergonómica, permiten alcanzar un nivel determinado durante el análisis ergonómico. Saravia propone matrices de valoración al respecto que se analizarán más adelante.

3.4.4.3.5.4 DIMENSIÓN ERGONÓMICA

Se llega a cierto nivel de análisis ergonómico, donde se propone cierto grado de adecuación entre los elementos del sistema ergonómico, tomando en cuenta aspectos cualitativos y cuantitativos, es decir se toman en cuenta tanto los índices de adecuación ergonómica como los factores de adecuación ergonómica.

3.4.4.3.6 ***Ergonomía preventiva***

La ergonomía está ligada con el ejercicio proyectual y la creación del sistema ergonómico. El 90% de las intervenciones de ergonomía en los países latinoamericanos son de carácter correctivo. La ergonomía de concepción como lo indica la clasificación según la taxonomía de la ergonomía explicada anteriormente, el libro “Ergonomía de concepción y otros procesos proyectuales”, es un libro académico enfocado al diseño, es decir a la aplicación de la ergonomía desde el acto de diseñar.

3.4.4.3.7 ***Modelo sistémico***

El modelo sistémico que emplea Martha Elena Saravia es el modelo explicado anteriormente, en el que se basa la ergonomía desde el punto de vista sistémico.

3.4.4.3.8 *Etapas para el desarrollo metodológico de “Ergonomía de Concepción”*

Para el desarrollo metodológico de “Ergonomía de Concepción”, se consideran las siguientes etapas:

ETAPAS PARA EL DESSARROLLO METODOLÓGICO DE ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN	
ETAPA	DESCRIPCIÓN
1	DELIMITACIÓN
2	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ERGONÓMICO
3	ANÁLISIS
4	RECOLECCIÓN DE DATOS
5	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
6	SIMULACIÓN DE TAREAS

Cuadro 10 Etapas para el desarrollo metodológico de ergonomía de concepción(SARAVIA, 2006)

3.4.4.3.8.1 ETAPA DE DELIMITACIÓN

Se delimita el análisis que se va a realizar en función de las tipologías propuestas en el sistema ergonómico de Gabriel García. De igual manera de identifican los factores de adecuación ergonómica, así como los índices de adecuación ergonómica.

3.4.4.3.8.2 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ERGONÓMICO

Durante la determinación del sistema propuesto, se determina el perfil del usuario o usuarios a los cuales el diseño está enfocado, se describe de igual forma el objeto o máquina y el espacio físico donde se desarrolla el análisis. El tipo de sistema es definido en esta etapa tomando en cuenta las tipologías propuestas por Gabriel García anteriormente mencionados y su representación puede ser con un diagrama de flujo, una descripción o simplemente una clasificación.

TIPO DE SISTEMA	SER HUMANO	MÁQUINA/ OBJETO	ESPACIO FÍSICO	EJEMPLO
1	Uno	Uno	Uno	Una persona lavándose los dientes
2	Varios	Uno	Uno	Varias operarias empacando galletas sobre una banda transportadora
3	Varios	Varios	Uno	Red de trabajadores bancarios
4	Uno	Uno	Varios	Un gerente que usa teléfono celular
5	Uno	Varios	Uno	Una persona que escribe y escucha música al mismo tiempo
6	Varios	Varios	Varios	Personas de las áreas de ensamble y de acabados que interactúan
7	Uno	Varios	Varios	Un electricista con radio y kit revisando instalaciones
8	Varios	Uno	Varios	Varias personas viajando en un automóvil

Cuadro 11 Identificación de tipo de sistema según Gabriel García (GARCIA, 2002)

3.4.4.3.8.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA

La identificación de los factores de adecuación ergonómica, se dan en función de los siguientes factores:

- **Factores de usabilidad**

Son aquellos que establecen la facilidad de uso, manipulación y operación del objeto o máquina (SARAVIA, 2006, pág. 77).

En cuanto a la usabilidad se identifica, se establece y se define la facilidad de uso u operación del objeto o máquina por parte del ser humano o por usuarios específicos dentro del sistema ergonómico.

- ***Factores de bienestar***

Garantizan el bienestar, la salud y la seguridad de los elementos del Sistema Ergonómico (SE) (SARAVIA, 2006, pág. 78.).

- ***Factores de impacto ambiental***

Establecen la incidencia de las condiciones ambientales dentro y fuera del Sistema Ergonómico (SE) (SARAVIA, 2006, pág. 78).

- ***Factores de aprehensión***

Son las cualidades que permiten al ser humano comprender, conocer y aprender rápidamente la función, el uso y el significado del objeto o máquina (SARAVIA, 2006, pág. 79).

- ***Factores socioculturales***

Determinan las características filosóficas, semánticas, sintácticas, folklóricas, religiosas, políticas, etc. (SARAVIA, 2006, pág. 79)

- ***Factores de mantenimiento***

Permiten conservar los componentes del SE en óptimas condiciones, durante la actividad del mismo (SARAVIA, 2006, pág. 80).

3.4.4.3.8.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS ÍNDICES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA

Son los aspectos cuantitativos que determinan las relaciones de adecuación de los elementos del sistema ergonómico.

- ***Índices morfológicos***

Determinan la forma entre el objeto/ máquina, el espacio físico y el ser humano dentro del sistema ergonómico (SARAVIA, 2006, pág. 80).

- ***Índices antropométricos***

Permiten establecer el grado de adecuación entre las dimensiones de los elementos del SE, estas son determinadas por el ser humano (SARAVIA, 2006, pág. 81)

- ***Índices biomecánicas***

Determinan la relación entre la demanda de fuerza que una actividad o trabajo requiere (SARAVIA, 2006, pág. 81).

- ***Índices fisiológicos***

Determinan la correspondencia entre los elementos del objeto o máquina y del espacio físico como calidad del aire, ruido, temperatura, vibración, etc. Con respecto al correcto funcionamiento de los órganos y sistemas funcionales del cuerpo humano (SARAVIA, 2006, pág. 82).

- ***Índices energéticos***

Establecen las relaciones entre la fuente que suministra la energía y la demanda que hay sobre la misma (SARAVIA, 2006, pág. 82).

- ***Índices sensoriales***

Establecen la adecuación entre las características físicas de los elementos del objeto o máquina, y del espacio físico con respecto a las condiciones físicas de percepción del ser humano (SARAVIA, 2006, pág. 83).

- ***Índices cognitivos***

Determinan la correspondencia entre el contenido semántico del objeto o máquina y del espacio físico con la interpretación, la asimilación y la capacidad de respuesta del ser humano (SARAVIA, 2006, pág. 83)

- ***Índices ambientales***

Establecen la relación entre las características del espacio físico, el entorno y/ o el medio ambiente con los otros componentes del SE (SARAVIA, 2006, pág. 84).

3.4.4.3.8.3 ANÁLISIS

Una vez comprendido el sistema ergonómico, se recopila información y se analiza en función de la información recopilada.

3.4.4.3.8.4 RECOLECCIÓN DE DATOS

Se ejemplifica la actividad a realizar mediante el análisis de técnicas de incidentes críticos y entrevistas estructuradas.

3.4.4.3.8.5 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Se realiza mediante la representación gráfica, mediante técnicas de descomposición de las actividades y se analiza jerárquicamente las mismas.

3.4.4.3.8.6 SIMULACIÓN DE TAREAS

Generalmente se realiza en el computador mediante software de análisis de movimientos y estrés que manejan elementos finitos, en el cual se realizan un modelado, una simulación ya sea con modelos o prototipos.

3.4.4.3.9 Valoración del comportamiento en la actividad

Se utilizan diagramas de valoración del comportamiento en la actividad, en los cuales se representa la incidencia.

3.4.4.3.10 Evaluación de los requerimientos en la tarea

Se realizan listas de evaluación, donde se comprende de manera más clara la interfaz entre los elementos del sistema ergonómico y se crean grupos de enfoque.

3.4.4.3.11 Definición

Durante esta etapa, se establecen las ventajas y desventajas del sistema ergonómico con la información recopilada. Se determinan los comportamientos si son o no favorables, de tal manera que se establecen comparaciones y clasificaciones de las tipologías de cada sistema.

3.4.4.3.12 Aplicación

Durante esta etapa se realiza la adecuación ergonómica, donde se propone la eficiencia de la acción y la eficacia del sistema ergonómico a partir de los índices de adecuación ergonómica y lo establecido durante la etapa de definición.

En cuanto a la dimensión ergonómica, se establece al relacionar los Factores de Adecuación Ergonómica y los Índices de Adecuación Ergonómica, lo que permite establecer el nivel de sistema.

Se evalúan en la práctica, la pertinencia de las adecuaciones ergonómicas mediante el funcionamiento del sistema, y la comprobación se la puede realizar con modelos, prototipos, o con el mismo SE.

3.4.4.3.13 Seguimiento o retroalimentación

Se realiza la verificación del correcto funcionamiento del sistema ergonómico creado o rediseñado realizando modelos, prototipos o en el SE real de acuerdo con las relaciones de adecuación ergonómica.

La retroalimentación permite corregir o ajustar las interacciones de los elementos del SE a partir del paso de seguimiento.

3.4.4.3.14 Matriz de valoración

La valoración del nivel ergonómico para establecer la dimensión ergonómica es de tal importancia para cruzar y valorar la información recolectada. El hecho de entrelazar los factores de adecuación ergonómica como los índices de adecuación ergonómica. Las

prácticas con alumnos de la Pontificia Universidad Javeriana, dio como resultado que el manejo de la información no era homologable, es decir, que para cada alumno existía un contexto diferente (SARAVIA, 2006).

Saravia concluye que la herramienta puede estar pre-diseñada, es decir que cada quien tiene la opción de mejorar de acuerdo al proyecto y al análisis que se desea realizar. La matriz de valoración permite la relación entre los seis factores de adecuación ergonómica con los ocho índices de adecuación ergonómica, de tal manera que se puede establecer niveles altos o bajos de incidencia de cada índice de adecuación ergonómica con cada factor de adecuación ergonómica. La diferencia de puntaje es que si la incidencia es alta se recibe tres puntos, mientras que si el nivel de incidencia es bajo, se recibe un punto. Con respecto al puntaje total, la incidencia es alta si el puntaje es superior a los 12 puntos, y es baja si no excede de diez puntos. El nivel estará cualificado como relevante (R) ó determinante (D). La lista de los índices de adecuación ergonómica utilizada en las matrices de valoración es la siguiente:

1. Índices morfológicos.
2. Índices antropométricos.
3. Índices biomecánicos.
4. Índices Fisiológicos.
5. A. Índices energéticos internos.
B. Índices energéticos externos.
6. Índices sensoriales.
7. Índices cognitivos.
8. A. Índices Ambientales-ruído.
B. Índices Ambientales-iluminación.
C. Índices Ambientales-calidad de aire.
D. Índices Ambientales-vibración/aceleración
E. Índices Ambientales-temperatura.
F. Índices Ambientales-residuos sólidos

		ÍNDICES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA																								TOTALES	VALORACIÓN FAE				
		1		2		3		4		5a		5b		6		7		8a		8b		8c		8d				8e		8f	
FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA	INCIDENCIA IAE	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
	USABILIDAD																														
	BIENESTAR																														
	IMPACTO AMBIENTAL																														
	APREHENSIÓN																														
	SOCIOCULTURAL																														
	MANTENIMIENTO																														
	PARCIALES																														
TOTALES																															

VALORACIÓN IAE																															
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

INCIDENCIA IAE		
ALTA=	3 pt.	A
BAJA=	1pt.	B

VALORACIÓN IAE	
ALTA=	12-18 pt.
BAJA=	6-10 pt.

VALORACIÓN FAE		
DETERMINANTE=	28-42 >	R
RELEVANTE=	14-26 >	D

Cuadro 12 Matriz General para la valoración de la Dimensión Ergonómica (SARAVIA, 2006)

		ÍNDICES DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA																													
		1		2		3		4		5a		5b		6		7		8a		8b		8c		8d		8e		8f			
FACTORES DE USABILIDAD	INCIDENCIA IAE	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	USABILIDAD Valoración inicial																														
	INTERFAZ VISUAL																														
	INTERFAZ TACTIL																														
	INTERFAZ AUDITIVA																														
	INTERFAZ AMBIENTAL																														
	USABILIDAD VALORACIÓN FINAL																														

Cuadro 13 Matriz de valoración para profundizar en los Factores de Usabilidad (SARAVIA, 2006)

		ÍNDICES SENSORIALES/ TIPO INTERFAZ											
		I. SENSORIALES Valoración inicial		INTERFAZ VISUAL		INTERFAZ TÁCTIL		INTERFAZ AUDITIVA		INTERFAZ AMBIENTAL		I. SENSORIALES Valoración Final	
FACTORES DE ADECUACIÓN	INCIDENCIA IAE	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	USABILIDAD Valoración inicial												
	INTERFAZ VISUAL												
	INTERFAZ TÁCTIL												
	INTERFAZ AUDITIVA												
	INTERFAZ AMBIENTAL												

Cuadro 14 Matriz para profundizar en los Índices Sensoriales (SARAVIA, 2006).

4. MÉTODO, TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO

El presente Trabajo de fin de carrera (TFC) fue realizado en base al método de Archer. Este TFC no es un producto de diseño, sino más bien es una metodología para el desarrollo de productos en base a la ergonomía de concepción. El desarrollo de la metodología se fundamentó en algunas de las etapas que propone Archer, adaptándolas en función del desarrollo de la metodología.

El método de Archer propone que el proceso de diseño debe contener las etapas (<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/251.pdf>, 2011):

1. Analítica
2. Creativa
3. Ejecución

Dichas etapas se subdividen en las siguientes fases:

- Definición del problema
- Obtener datos, preparar especificaciones y retroalimentar la fase anterior.
- Análisis y síntesis de los datos para preparar propuestas de diseño.
- Desarrollo de prototipos.
- Preparar estudios y experimentos que validen el diseño.
- Preparar documentos para la producción.

Las fases de los puntos anteriores se modificaron de la siguiente manera:

- Identificación del tema de Tema de Trabajo de Fin de Carrera.
- Investigación y recopilación de información
- Planteamiento de la denuncia.
- Corrección de la denuncia y presentación.
- Desarrollo del Trabajo de Fin de Carrera
- Análisis y síntesis de los datos para preparar propuestas de diseño.
- Desarrollo de prototipos.
- Preparar estudios y experimentos que validen el diseño.
- Preparar documentos para la producción.

Una vez planteada la denuncia se realizó la corrección de la misma para poder desarrollar el documento. Se realizaron varias revisiones y finiquitar el documento para la promoción de Pregrado de la licenciatura de Diseño con mención en productos de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

4.1 Identificación del tema del Trabajo de Fin de Carrera (TFC)

En séptimo nivel, después de revisar algunos temas, surge la idea de investigar sobre ergonomía y su aplicación al diseño, después de haber leído el libro de Martha Elena Saravia "Ergonomía de Concepción y su aplicación a procesos proyectuales". Saravia propone la ergonomía desde el punto de vista de la concepción, cuya aplicación se da desde el momento en que se empieza a desarrollar el proyecto. La falta de información local acerca de ergonomía, motivaron el desarrollo del presente Trabajo de Fin de Carrera (TFC).

Este Trabajo se realizó mediante investigaciones, entrevistas, revisiones con profesores de la carrera de diseño y conversaciones con profesionales relacionados al diseño.

La metodología utilizada para el siguiente trabajo empieza con la definición del Tema. Después de haber escogido entre varios y haber sido analizado para su desarrollo durante el séptimo nivel de la carrera. Se realizó una pre-investigación acerca del tema y se realizó una búsqueda para ver la factibilidad en adquirir las distintas fuentes bibliográficas que ayuden en el proceso del trabajo.

4.2 Investigación y recopilación de información

La entrega de ciertos documentos y libros por parte del D.I. William Urueña Téllez, generan ideas de investigación acerca del tema sugerido anteriormente, y para esto se empezó recopilando información.

Los temas generales sobre los cuales se estaba realizando la búsqueda de textos eran el diseño y la ergonomía, en los siguientes lugares:

- Biblioteca de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador
- Biblioteca de la Universidad Central del Ecuador.

- Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la Florida en Gainesville, Estados Unidos.
- Internet
- Textos provistos por docentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a lo largo de la carrera de Diseño con mención en Productos: D.I. William Urueña Téllez, D.I. Ana Karina Hidalgo, Arq. Diego Hurtado, Arq. Ángel Jácome, Arq. Karina Borja, D.I. Diego Chicaiza, Arq. Eugene Mangia, entre otros.
- TFC de los siguientes Diseñadores: D.I. Bolívar Chávez, D.I. Diego Chicaiza, D.I. Nadya Buitrón.

Se realizaron revisiones, conversaciones, asistencia a las distintas cátedras, entrevistas a docentes y profesionales, entre las más destacadas se encuentran las siguientes:

- D.I. William Urueña Téllez, Docente PUCE – FADA.
- D.I. Diego Chicaiza, Docente PUCE – FADA.
- Arq. Ángel Jácome, Docente PUCE – FADA.
- Ing. Mec. Eduardo Espín, Gerente General ESCORPMEC S.A.

4.3 Planteamiento de la denuncia

Se realizaron varios planteamientos en cuanto a la denuncia, gracias al apoyo y el guiamiento de las siguientes cátedras:

- Seminario de Trabajo de Fin de Carrera (TFC), Docente: William Urueña.
- Interdisciplinario de Trabajo de Fin de Carrera (TFC), Docente: Ángel Jácome.
- Tecnológico de Trabajo de Fin de Carrera (TFC), Docente: César Terán

4.4 Corrección de la denuncia y presentación

Se realizaron las correcciones necesarias y se presentó la Denuncia del TFC, con título: “Análisis de Ergonomía de Concepción y su aplicación al desarrollo de Productos”, con la presencia de los siguientes docentes:

- Diego Hurtado
- Diego Chicaiza
- Marcelo Maldonado

Sobre los resultados de cada docente con respecto a la denuncia del TFC, se realizaron las correcciones respectivas.

4.5 Desarrollo del Trabajo de Fin de Carrera (TFC)

El aporte obtenido a lo largo de los ocho semestres de la carrera de Diseño con mención en Productos ha contribuido con el desarrollo del presente trabajo, pero de una manera más especial ha sido el último semestre (octavo nivel) de la carrera, en el que las materias a continuación sirvieron como guía para la dirección de este Trabajo:

- Seminario TFC, Docente: Wiliam Urueña.
- Interdisciplinario TFC, Docente: Ángel Jácome
- Tecnológico TFC, Docente: Cesar Terán.

El tema que se aprobó por parte de el señor Decano de la FADA-PUCE fue ANALISIS DE: “LA ERGONOMIA DE CONCEPCION” Y SU APLICACION AL DESARROLLO DE PRODUCTO. Se realizó una memoria, en la cual se proponía una referencia del TFC, y constaba el tema, la introducción, antecedentes, la justificación, la problemática, los objetivos, el marco teórico, el procedimiento, las conclusiones y los resultados. Esto serviría de base para su desarrollo en el siguiente nivel.

En octavo nivel de la carrera se realiza la investigación, búsqueda y obtención de los distintos libros, revistas, folletos, boletines, que servirían de base para empezar el trabajo, así como conversaciones con distintos profesores de la facultad de Arquitectura, Diseño y Artes de la PUCE para tener un mejor enfoque sobre el trabajo.

Se realizó un plan de trabajo mismo que se presentó en la denuncia del TFC, en el que constaban los mismos datos que la ficha realizada anteriormente. El 12 de Febrero de 2009, fue aprobado el tema con la propuesta “Análisis de la Ergonomía de Concepción y su aplicación en el desarrollo de productos.” (PUCE, 2009) El número de Aprobación fue el 226.

Una vez con una buena cantidad de información, y después de haber sido escogida, analizada y procesada, se realizaron los antecedentes, la problemática, los objetivos en una primera instancia, todos los anteriores fueron revisados y modificados.

Se realizó el marco teórico en base a los siguientes pasos:

1. Se ubicaron temas generales en función del tema del TFC.
2. Se empezó a desarrollar cada tema general mediante la búsqueda de conceptos.
3. Se ubicaron subtemas por cada tema general.
4. Se analizaron y desarrollaron cada uno de los subtemas.
5. Se ordenó cada tema general y a su vez cada subtema.
6. Se realizaron revisiones periódicas con el D.I. William Urueña, quien realizaba sus observaciones con respecto al avance del TFC, y se corrigieron distintos tópicos del TFC sobre la marcha.

Se realizaron investigaciones con respecto al tema principal del TFC y durante el desarrollo del mismo, de las cuales destaco aquellas que se realizaron a partir de los libros facilitados por docentes, entre ellos: William Urueña, Ángel Jácome, Diego Hurtado. Se realizaron viajes dentro del país visitando distintas empresas, de lo cual se recopiló información para el desarrollo de este TCF, se realizó varios viajes a Estados Unidos, visitando en dos ocasiones la Universidad de la Florida en Gainesville, donde hubo la colaboración de estudiantes para el acceso a la biblioteca de la universidad, así de igual manera se obtuvo información importante acerca de ergonomía y diseño.

Entre los cursos realizados fue el de la implementación de un sistema de calidad bajo la norma INEN a nivel local, el que sirvió para recopilar analizar y procesar la información antes encontrada.

Se realizaron conversaciones con profesionales vinculados al Diseño en empresas nacionales y multinacionales.

Con la información suficiente y la teoría necesaria para ser la base de este TFC, se realizaron análisis de los distintos modelos y teoría de lo cual se discernió hasta llegar a tener un primer esquema del TFC.

Se adoptó información importante de investigadores como Gabriel García, Martha Elena Saravia, William Urueña, así se desarrolló mediante pruebas a estos modelos hasta llegar a la conclusión de las falencias de los mismos, se propuso nuevas ideas hasta llegar al modelo para el desarrollo de productos en base al Modelo de Diseño Centrado en el Usuario.

4.6 Aplicación del Trabajo de Fin de Carrera (TFC)

Se realizó la prueba del modelo con un producto en desarrollo, este producto cuyo diseño es de autoría de la Empresa DIA. Un inodoro para viviendas emergentes, cuyo principio se basó en el ahorro de agua. El inodoro es de origen ecuatoriano y diseñado por diseñadores ecuatorianos para la aplicación del modelo para el desarrollo de productos en base al modelo de “ergonomía de concepción”.

Se aplicó la metodología mediante la utilización de tablas, fotografías, planos, de los cuales con el uso de la teoría recopilada, hasta llegar a los resultados en los que mostraba falencias el prototipo del inodoro.

Durante todo el proceso se recopiló distinta información en función del avance del desarrollo del TFC, en este caso era información más específica mientras se avanzaba en el Trabajo hasta concluirlo.

5. MODELO PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN BASE AL MODELO DE “ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN”

Se presenta el modelo en base a teorías y conceptos propuestos anteriormente con los siguientes pasos:

5.1 Delimitación del modelo

El modelo que se presentará a continuación, tiene como objetivo estudiantes y profesionales que sean diseñadores o se encuentren relacionados con el Diseño de productos o el Diseño industrial en el Ecuador.

El modelo para el desarrollo de productos en base al modelo de Ergonomía de Concepción, se fundamenta en el diseño centrado en el usuario. Este modelo pretende identificar en primera instancia las posibles necesidades del usuario que utilizará el objeto, los distintos tipos de interacciones a partir de cada unas de las actividades que realiza el usuario.

Se visualizan tanto los elementos del Sistema Ergonómico (SE), los Factores Ergonómicos (FE), los Índices Ergonómicos (IE) que sean determinantes o relevantes para el desarrollo del diseño de productos.

La aplicación es de manera preventiva mediante un proceso de retroalimentación, y, que gracias a la investigación e interrelación con profesionales de distintas áreas, propone nuevas ideas para que tanto factores como índices propongan un diseño más posibilidades para que los usuarios faciliten sus necesidades.

5.1.1 Etapas del Modelo para el desarrollo de productos en base a la Ergonomía de concepción y fundamentado en el Modelo de Diseño Centrado en el Usuario (MED)

Las etapas para la aplicación del modelo son:

1. Identificación
2. Análisis definición y aplicación
3. Retroalimentación

5.1.1.1 Identificación

En este primer paso, se identifica el producto a diseñar o rediseñar, lo que comprende plantear las posibles necesidades del usuario. Esto se puede realizar mediante métodos de recolección de datos o de descripción de actividades, que pueden ser a elección de quien va a diseñar. Hay distintos criterios para recopilar la información pero entre los más sobresalientes están: el saber qué información es la más importante, conocer dicha información para el desarrollo del diseño mediante la metodología y su manejo con criterio.

Las preguntas fundamentales para adquirir información son: ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Por qué?, ¿Para qué? (FINNIE, 2002).

Hay diferentes técnicas y métodos para adquirir información, mismas que permiten a quienes apliquen el modelo opciones en función de los distintos criterios, entre otras se encuentran las siguientes:

- **Encuesta**

Obtiene información a partir de un número determinado de individuos (SARAVIA, 2006, pág. 99).

- **Análisis jerárquico de la actividad**

Desarrolla una descripción de la actividad en términos de las operaciones, tareas y planes para alcanzar el objetivo del sistema (SARAVIA, 2006, pág. 99).

- **Lista de evaluación**

Es una lista de preguntas cerradas para fines específicos (SARAVIA, 2006, pág. 99).

- **Simulación**

Se representa el Sistema Ergonómico (SE) mediante modelos y prototipos que pueden ser físicos o virtuales (SARAVIA, 2006, pág. 99).

- **Grupos de enfoque**

Se puntualizan las características del objeto en función de las necesidades del usuario (SARAVIA, 2006, pág. 100).

Una vez identificado el producto y las posibles necesidades del usuario, se clasifica la información, misma que puede ser complementada con fotografías, planos, videos, etc. El siguiente paso es identificar los elementos del sistema ergonómico.

5.1.1.1.1 Sistema Ergonómico (SE)

El sistema ergonómico (SE) está delimitado por los siguientes elementos:

- Ser humano
- Producto
- Espacio Físico
- Entorno

Los elementos del SE interactúan entre sí y pueden generar las siguientes variantes:

TIPO DE SISTEMA	SER HUMANO	MÁQUINA/ OBJETO	ESPACIO FÍSICO	EJEMPLO
1	Uno	Uno	Uno	Una persona lavándose los dientes
2	Varios	Uno	Uno	Varias operarias empacando galletas sobre una banda transportadora
3	Varios	Varios	Uno	Red de trabajadores bancarios
4	Uno	Uno	Varios	Un gerente que usa teléfono celular
5	Uno	Varios	Uno	Una persona que escribe y escucha música al mismo tiempo
6	Varios	Varios	Varios	Personas de las áreas de ensamble y de acabados que interactúan
7	Uno	Varios	Varios	Un electricista con radio y kit revisando instalaciones
8	Varios	Uno	Varios	Varias personas viajando en un automóvil

Cuadro 15 Identificación de tipos de sistema según Gabriel García(GARCIA, 2002)

5.1.1.1.2 Identificación del sistema ergonómico

Para identificar el sistema ergonómico se propone el cuadro de identificación del sistema ergonómico, donde el tipo de sistema puede ser cualquiera de las ocho propuestas de Gabriel García. Se identifican los elementos del sistema ergonómico contestando cada una de las preguntas:

- ¿Quién o Qué?
- ¿Qué realiza?
- ¿Cuándo lo realiza?
- ¿Dónde lo realiza?
- ¿Por qué lo realiza?

IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA ERGONÓMICO					
TIPO DE SISTEMA		SER HUMANO	MÁQUINA/ OBJETO	ESPACIO FÍSICO	TIPO DE ENTORNO
	¿QUÉ O QUÉ?				
	¿QUÉ REALIZA?				
	¿CUÁNDO?				
	¿DÓNDE?				
	¿POR QUÉ?				

Cuadro 16 Identificación del Sistema Ergonómico (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.3 *Identificación de actividades dentro del sistema ergonómico*

Para identificar las actividades se completa el cuadro de identificación de actividades dentro del SE. Las fases son aquellas actividades que se describen en forma jerárquica. Se dividen las actividades principales en sub actividades para un mayor análisis, y se representa mediante números cardinales, es decir por ejemplo la fase 1 es la actividad principal, mientras que las subfases 1.1, 1.2, 1.3, etc., representan a las subactividades del Sistema Ergonómico a analizar.

Se establece el tipo de interacción dentro del SE entre el ser humano, objeto o máquina y el espacio físico. Se detalla qué tipo de interacción es, y puede estar dado con dos o más de los elementos del Sistema Ergonómico según la actividad y subactividad.

El conocimiento específico se refiere a cada una de las actividades, pero forma más detallada.

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DENTRO DEL SE			
FASE	TIPO DE INTERACCIÓN DENTRO DEL SE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CONOCIMIENTO ESPECÍFICO

Cuadro 17 Identificación de actividades dentro del Sistema Ergonómico (SE) (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.4 Factores Ergonómicos (FE)

Los factores ergonómicos, se califican en función de cada uno de ellos, y son los siguientes:

5.1.1.1.4.1 FACTORES DE USABILIDAD

La usabilidad hace referencia a la facilidad para los seres humanos al usar un objeto o máquina, por lo que al analizar los factores de usabilidad se identifica al ser humano, se analiza el contexto de uso mediante el estudio de los objetivos del mismo, para satisfacer sus necesidades mediante la productividad y calidad. Es importante definir a los seres humanos como usuarios, mismos que determinan la facilidad de uso del objeto o máquina, de tal manera que no son los diseñadores los determinantes, sino quienes utilizan esa información. Para definir el nivel de usabilidad, se consideran tres niveles:

1. Fácil
2. Medio
3. Difícil.

En el cuadro de identificación de factores de usabilidad, se identifica la fase, se describe cada actividad y subactividad en función de las fases y subfases, y se describe el nivel de usabilidad por cada actividad y subactividad, el nivel puede ser fácil, medio o difícil.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE USABILIDAD POR CADA ACTIVIDAD		
FASE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	NIVEL DE USABILIDAD

Cuadro 18 Identificación de factores de usabilidad por actividad (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.4.2 FACTORES DE BIENESTAR

Son las condiciones que garantizan el bienestar, la salud y la seguridad del ser humano dentro del SE.

La mejor manera de determinar estas condiciones, es identificando los peligros⁶ y riesgos⁷ (PICHINCHA, 2010) del objeto o máquina y del espacio físico.

Se describen las fases y subfases. Por cada una de estas se definen los peligros que cada actividad y subactividad generan, los tipos de riesgos que se generan y el control en cada elemento del SE, esto quiere decir cómo se puede evitar esos peligros y riesgos para evitar tanto incidentes como accidentes.

⁶ Característica o condición física de un sistema con potencial daño a las personas, instalaciones o ambientes o una combinación de estos.

⁷ Combinación de la probabilidad y las consecuencias.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE BIENESTAR					
FASE	PELIGROS	TIPO DE RIESGO	CONTROL EN EL OBJETO O MÁQUINA	CONTROL EN EL ESPACIO FÍSICO	CONTROL EN EL SER HUMANO

Cuadro 19 Identificación de factores de bienestar (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.4.3 FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL

Las condiciones ambientales dentro y fuera del ambiente se establecen características que indiquen la incidencia sobre el SE, para esto es importante identificar los posibles riesgos del impacto ambiental que se puede tener, antes durante y después del proceso de diseño de productos.

Para identificar los riesgos de impacto ambiental, se enumeran las fases y subfases, que representan a cada actividad y subactividad, proponiendo la posible emisión ya sea de gases, líquidos y residuos. Identificando a su vez una o varias posibles soluciones.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL						
FASE	EMISIÓN DE GASES	CONTROL DE GASES	EMISIÓN DE LÍQUIDOS	CONTROL DE LÍQUIDOS	EMISIÓN DE RESIDUOS	CONTROL DE RESIDUOS

Cuadro 20 Identificación de factores de impacto ambiental (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.4.4 FACTORES DE APREHENSIÓN

Son las cualidades que permiten al ser humano conocer, comprender y aprender la función, el uso y el significado del objeto/ máquina.

La aprehensión de un producto está más allá de ofrecer un fácil uso, una aceptable seguridad y una funcionalidad acorde con las necesidades que se desean satisfacer (MONDRAGÓN, XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002, pág. 3).

Quarante destaca los factores influyentes en la aprehensión (MONDRAGÓN, XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002):

- Factores emocionales: son los factores relacionados con la subjetividad.
- Factores cognoscitivos: son los factores relacionados con los que se conoce, con lo aprendido.
- Factores intelectuales: son los factores que se refieren a la satisfacción lógica ante la comprensión de un producto.
- Factores psico-fisiológicos: el placer estético depende de la calidad de nuestras sensaciones, de los umbrales fisiológicos de percepción, de las condiciones psíquicas personales.

Jordan, propone una jerarquía que los seres humanos buscamos (MONDRAGÓN, XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002):

- La funcionalidad: el objeto cumple con una finalidad o función para solucionar un problema.
- La usabilidad: el producto debe ser fácil cómodo y seguro de usar.
- El placer: no solo se desean beneficios funcionales sino también emocionales, mismos que pueden ser físico, social, psíquico e ideológico.

El cuadro de identificación de factores de aprehensión, permite visualizar los factores aprehensivos por cada una de las fases y subfases, se describen las actividades y subactividades correspondientes, y por cada una de ellas se plantean los factores emocionales, cognoscitivos, intelectuales y psicofisiológicos.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE APREHENSIÓN				
FASE	FACTORES EMOCIONALES	FACTORES COGNOSCITIVOS	FACTORES INTELECTUALES	FACTORES PSICOFISIOLÓGICOS

Cuadro 21 Identificación de factores de aprehensión (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.4.5 FACTORES SOCIOCULTURALES

Se determinan a partir de las características filosóficas, semánticas, sintácticas, folklóricas, religiosas, políticas, representadas en el objeto/ máquina y en el espacio físico, siendo percibidas por el ser humano.

En un sentido sociocultural, el producto representa la concreción de acciones.

Se identifican las siguientes características:

- Filosóficas: en función de las distintas ideologías, estudios, análisis, etc. (CORRIPIO, pág. 187).
- Semánticas: en función de las cualidades simbólicas de formas hechas por el hombre en el contexto de su uso.
- Folklóricas: en función de las costumbres y tradiciones de cierto grupo (CORRIPIO, pág. 189).
- Religiosas: en función de las diferentes creencias, doctrinas, dogmas, adoraciones, cultos, etc. (CORRIPIO, pág. 325).
- Políticas: en función de los gobiernos, dirigencias, mandatos, movimientos, etc. (CORRIPIO, pág. 302).

Se identifican cada una de las características socioculturales generales de cada uno de los elementos del SE, ya sean filosóficas, semánticas, folklóricas, religiosas y políticas. Por cada uno de los factores socioculturales se identifican las fases y subfases a las cuales corresponden.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES SOCIOCULTURALES			
CARACTERÍSTICAS	SER HUMANO	OBJETO O MÁQUINA	ESPACIO FÍSICO
FILOSÓFICAS			
SEMÁNTICAS			
FOLKLÓRICAS			
RELIGIOSAS			
POLÍTICAS			

Cuadro 22 Identificación de factores socioculturales (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.4.6 FACTORES DE MANTENIMIENTO

Permiten que el sistema ergonómico se encuentre en las condiciones necesarias para el desarrollo de la actividad.

Se identifican las posibles fallas de cada uno de los elementos del sistema ergonómico, y se generan posibles soluciones según el criterio de cada diseñador identificando las fases y subfases correspondientes.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE MANTENIMIENTO		
	OBSERVACIONES	SOLUCIONES
SER HUMANO		
OBJETO O MÁQUINA		
ESPACIO FÍSICO		
ENTORNO		

Cuadro 23 Identificación de factores de mantenimiento (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.5 Índices Ergonómicos (IE)

Los Índices Ergonómicos (IE) se identifican por cada uno de los mismos completando los cuadros que se generan. Los Índices Ergonómicos son los siguientes:

5.1.1.1.5.1 ÍNDICES MORFOLÓGICOS

El tipo de forma del objeto o máquina es la que toma parte el momento de la concepción del diseño. Independientemente del proceso de diseño de la forma del objeto o máquina según sea el caso de cada diseñador, los productos u objetos se han clasificado según una infinidad de aspectos, que pueden ser tamaño, material, tendencia, pero también pueden ser clasificados según su escala.

Para poder evaluar la forma del objeto o máquina, se ha adoptado la clasificación según el profesor D.I. William Urueña (URUEÑA, Tipología de productos, 2010). Los productos al clasificarse según su escala, se consideran tres tipos:

1. El primer tipo abarca a los productos cuya escala es menor al ser humano en medida que el ser humano lleva una proporción de tres a uno con respecto al producto, es decir que el ser humano puede manipular el producto ya sea o con sus manos o con sus pies respetando la escala anteriormente dicha.
2. El segundo tipo de producto es aquel cuyo tamaño respeta una escala igual o similar al tamaño del ser humano.
3. El tercer tipo de productos es aquel cuyo tamaño representa una escala mayor al tamaño del ser humano.

Tomamos en cuenta la clasificación similar con respecto al espacio físico.

Para poder elaborar el sistema ergonómico, hay que tomar en cuenta el entorno y las distintas formas tanto del objeto o máquina que puedan satisfacer cada uno de los sentidos del ser humano.

En el cuadro de identificación de los Índices Morfológicos, se identifican las fases y las subfases correspondientes a cada una de las actividades y subactividades. Se identifican tanto la escala (primero, segundo y tercer tipo según la clasificación de William Urueña) y la forma (geométrica) tanto del objeto o máquina como del espacio físico.

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES MORFOLÓGICOS				
FASE	ESCALA DE LA FORMA DEL OBJETO O MÁQUINA	TIPO DE FORMA DEL OBJETO O MÁQUINA	ESCALA DE LA FORMA DEL ESPACIO FÍSICO	TIPO DE FORMA DEL ESPACIO FÍSICO

Cuadro 24 Identificación de índices morfológicos (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.5.2 ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS

Se establece la adecuación entre las dimensiones de los elementos del objeto o máquina y el espacio físico donde se realiza la actividad mediante la utilización de las dimensiones humanas preestablecidas tomando en cuenta los estándares del contexto.

La antropometría estudia las dimensiones del cuerpo humano tomado en cuenta como referencia las distintas estructuras anatómicas. Se consideran dos tipos de antropometría. La antropometría estática y la antropometría dinámica (va a la par de la biomecánica).

La biomecánica aplica las leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor, ya que el ser humano está formado por palancas (huesos), tensores (tendones), muelles (músculos), elementos de rotación (articulaciones), etc., que cumplen muchas veces las leyes de la mecánica. (MONDELO, 1999, pág. 61) La biomecánica ayuda a analizar los elementos del desarrollo del movimiento.

Cabe recalcar que después de realizar un estudio antropométrico, se deben tomar en cuenta varios criterios como que la persona "media" no existe debido a las diferentes estructuras del cuerpo que tenemos los seres humanos, motivo por el cual al realizar un diseño, se debe tener en cuenta a la población a la cual se va a dirigir el diseño.

• MEDIDAS ANTROPOMETRICAS

Las medidas que se deben tener para poder realizar un diseño, depende de la población a la cual se van a dirigir el diseño, y la aplicación funcional de las medidas. En el Ecuador, no

existe una base de datos, en la cual el diseñador que desea realizar un producto para la población general, se pueda apoyar. Por lo que nuestro referente más cercano es la población colombiana, de la cual si existen documentos donde constan los datos antropométricos de la población en general. Si fuese un cierto grupo al cual se va a dirigir, es necesario realizar un estudio mediante el cual se genera una base de datos para saber las dimensiones mínimas y máximas a las cuales se van a dirigir los productos para poder configurarlos de la manera correcta.

Hay varios exponentes que sugieren distintas variables de las medidas para diseñar. Las medidas básicas para el diseño de puestos de trabajo según Mondelo, Gregori y Barrau son las siguientes:

MEDIDAS SUGERIDAS		
POSICIÓN	TIPO DE MEDIDA	ABREVIACIÓN
SENTADO	ALTURA POPLÍTEA	AP
	DISTANCIA SACRO POPLÍTEA	SP
	DISTANCIA SACRO RÓTULA	SR
	ALTURA DE MUSLO DESDE EL ASIENTO	MA
	ALTURA DE MUSLO DESDE EL SUELO	MS
	ALTURA DEL CODO DESDE EL ASIENTO	CA
	ALCANCE MÍNIMO DEL BRAZO	AminB
	ALCANCE MÁXIMO DEL BRAZO	AmaxB
	ALTURA DE LOS OJOS DESDE EL SUELO	Aos
	ANCHURA DE CADERAS SENTADO	Acs
	ANCHURA DE CODO A CODO	CC
	DISTANCIA RESPALDO-PECHO	RP
	DISTANCIA RESPALDO-ABDOMEN	RA
PIE	ESTATURA	E
	ALTURA DE CODOS DE PIE	CSp
	ALTURA DE OJOS DE PIE	Aop
	ANCHO DE HOMBRO A HOMBRO	Anhh
OTRAS MEDIDAS	LONGITUD DEL BRAZO	LB
	LONGITUD DE LA MANO	LM
	LONGITUD DEL PIE	LP
	ANCHO DE LA MANO	AM
	ANCHO DEL PIE	AP
	PERÍMETRO MÁXIMO DE BÍCEPS	PmaxB
	PERÍMETRO DEL CODO	PC
	PERÍMETRO MÁXIMO DEL ANTEBRAZO	PmaxAn
	ESPESOR DE LA MANO A NIVEL DE LA CABEZA DEL TERCER METACARPIO	EmanCTM
	ANCHO DE DEDOS	AD

Cuadro 25 Medidas sugeridas para SE de puestos de trabajo (MONDELO, 1999, pág. 65).

Es fundamental, tomar en cuenta varios puntos con respecto a las relaciones dimensionales de un sistema. Se recomienda el análisis de:

RECOMENDACIONES DIMENSIONALES DEL SE
LA PRAXIS
LAS POSTURAS MOVIMIENTOS Y SU FRECUENCIA
LAS FUERZAS QUE SE DESARROLLARÁN
LA MANIPULACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS INFORMATIVOS
CARÁCTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL ESPACIO FÍSICO

Cuadro 26 Recomendaciones de las relaciones dimensionales del SE

Cuando el diseño es individual, el enfoque tiene que ser más personalizado, mientras que si se realiza para un grupo o una población numerosa, cabe tomar en cuenta los siguientes principios antropométricos:

1. Principio de diseño para los extremos

Se realiza diseño para los extremos, cuando dentro de un grupo de personas hay un valor de una dimensión mínimo o un máximo para que todo el grupo para el cual se diseña, no tenga limitaciones, es decir el diseño abarca a la interacción de todo el grupo (MONDELO, 1999, pág. 68).

2. Principio de diseño para un intervalo ajustable

El diseño realizado es ajustable, cuando el objeto, se ajusta de acuerdo a los mínimos y máximos, y el intervalo entre ellos para que cada usuario del grupo utilice el objeto de acuerdo a su necesidad (MONDELO, 1999, pág. 68).

3. Principio de diseño para el promedio

Generalmente se utiliza el diseño para el promedio, cuando se toma una muestra representativa de la población. Se determina mediante la siguiente expresión (MONDELO, 1999, pág. 69):

$$n = Z^2 \alpha / 2 \sigma^2 / e^2$$

donde:

σ	desviación estándar
$Z^2 \alpha / 2$	porcentaje que dejamos fuera a cada lado del intervalo
e	error admitido (precisión)

El conocer la desviación estándar de cada dimensión de la población, facilita para realizar el diseño.

$$P = \text{Media} \pm Z \sigma$$

Donde:

P	Será la medida del percentil en centímetros, es decir, el intervalo donde se incluye el porcentaje de la población o de muestra.
Z	Es el número de veces que σ está separada de la media.

En el medio local no existen tablas antropométricas de la población, por lo que se recomienda:

- Realizar el análisis de las relaciones dimensionales.
- Utilizar tablas antropométricas de poblaciones cercanas debido a la falta de tablas en el medio.

- En el supuesto caso de que por alguna razón no hay el alcance de una tabla antropométrica del grupo de personas o persona para la cual se desarrolla el diseño es en función de las medidas necesarias realizar una tabla que sirva para el caso.

Se identifica mediante el siguiente cuadro los índices antropométricos enumerando cada una de las fases y subfases correspondientes a cada una de las actividades y subactividades.

Por cada una de estas se describe el tipo de medida necesaria, el principio antropométrico y la medida óptima a tomar en cuenta en milímetros en función de las tablas antropométricas.

:

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS			
FASE	TIPO DE MEDIDA NECESARIA	PRINCIPIO ANTROPOMÉTRICO	MEDIDA ÓPTIMA A TOMAR EN CUENTA EN MILIMETROS

Cuadro 27 Identificación de Índices antropométricos (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

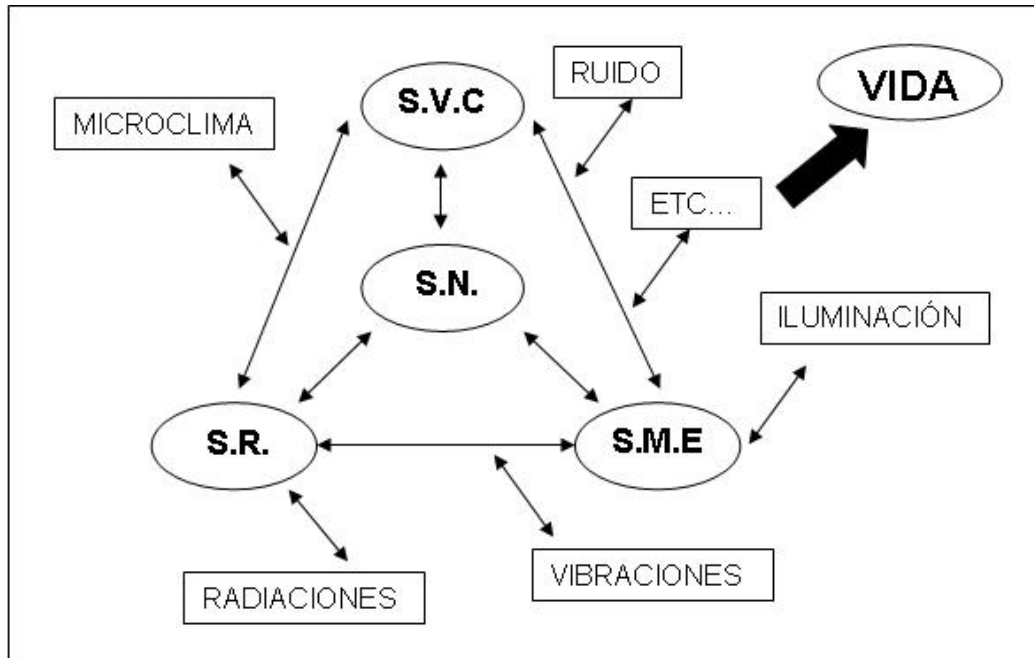
5.1.1.1.5.3 ÍNDICES BIOMECÁNICOS

Determinan la relación entre la demanda de fuerza que un trabajo requiere del ser humano, tomando en cuenta la seguridad, salud y bienestar. Se aplican leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor, para analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos.

El hombre es un sistema complejo compuesto por numerosos subsistemas interrelacionados, con un objetivo definido y dentro de un ambiente determinado (MONDELO, 1999, pág. 145).

Mondelo, Gregori y Barrau, proponen el sistema del ser humano, donde se integra el sistema cardiovascular, el sistema musculo-esquelético, el sistema respiratorio, el sistema nervioso; los sistemas sensoriales, visual, auditivo, táctil, olfativo y otros. Se representa al ser humano

desde el punto de vista ergonómico mediante el siguiente esquema (MONDELO, 1999, pág. 146):



Imágen 3 Representación del ser humano desde el punto de vista ergonómico (MONDELO, 1999).

- **El sistema músculo – esquelético**

Está compuesto por músculos, tendones y huesos, su función es efectuar los movimientos y esfuerzos para la vida. El sistema músculo – esquelético está sostenido por la columna vertebral, donde pasa la médula espinal, conectora del sistema nervioso central (MONDELO, 1999, pág. 147).

- **El sistema respiratorio**

La función del sistema respiratorio es proporcionar aire fresco al organismo. Se incrementa la frecuencia de trabajo del sistema respiratorio cuando el cuerpo solicita más oxígeno, esto se da por la realización de un trabajo físico (MONDELO, 1999, pág. 148).

- **El sistema cardiovascular**

El sistema cardiovascular está compuesto por el corazón, venas, arterias y capilares, y es quien transporta el oxígeno, alimentos y otros compuestos necesarios para el funcionamiento de todo el cuerpo.

El sistema cardiovascular termo regula el calor del cuerpo en los distintos ambientes (MONDELO, 1999, pág. 148).

- **El sistema nervioso**

Está formado por el sistema nervioso central y el sistema periférico. Controla el cuerpo humano, toma decisiones y es el centro del pensamiento (MONDELO, 1999, pág. 149).

- **El hombre y su energía**

El hombre necesita de alimentos y oxígeno para la producción de energía, misma que se produce en el sistema del cuerpo humano. Los tres tipos de alimentos básicos son: los carbohidratos, grasa y proteínas. Hay que tomar en cuenta que las grasas y los carbohidratos son los que más valor energético proporciona al organismo. Como resultado de la combustión se obtiene la molécula trifosfato de adenosina (ATP), misma que se almacena en pequeñas cantidades en los músculos a manera de reserva. Según las circunstancias el ATP pierde radicales de fosfato, cada uno de estos proporciona 33.5 KJ (8Kcal) de energía, el momento que sucede esto se forman los difosfato de adenosina (ADP) y después en monofosfato de adenosina (AMP), proceso que se revierte con la presencia de oxígeno. El organismo posee reservas de fosfato de creatina (CP), mismo que concentra 10 veces más energía que el ATP. El CP junto con el ATP de reserva hace frente durante 30 segundos a las necesidades iniciales hasta que se inicie la glucosis⁸. Otra fuente energética es la glucosis anaeróbica, misma que consiste en la creación de ATP a partir de los carbohidratos sin la participación de oxígeno. El metabolismo puede incrementarse si fuera necesario unas 20 veces de lo normal, es decir desde 4 KJ/min hasta 85 KJ/min (MONDELO, 1999, pág. 150).

⁸ Oxidación de la glucosa y del glucógeno.

- **El gasto energético**

La energía que se consume para realizar un trabajo físico es la cuarta parte, donde se aprovecha como trabajo útil y el resto se pierde en forma de calor. El consumo de energía para cierta actividad tiene que ser menor que la capacidad del ser humano para que este pueda desempeñar a cabalidad sus actividades (MONDELO, 1999, pág. 153).

Clasificación del trabajo físico según su intensidad

El trabajo físico se clasifica en: ligero, moderado, pesado y muy pesado. Según la norma ISO-7243 clasifica al trabajo físico de la siguiente manera

TIPO	(M) watt/m ²
0 (descanso)	M<65
1 (ligero)	65<M<130
2 (moderado)	130<M<200
3 (pesado)	200<M<260
4 (muy pesado)	M>260

Cuadro 28 Clasificación del trabajo físico (MONDELO, 1999, pág. 154)

El gasto energético se mide mediante calorímetros, esto de forma directa. Se puede realizar de forma indirecta mediante el un control de alimentos que consume el ser humano durante un periodo de tiempo relativamente largo, mediante la medición del consumo de oxígeno de la actividad física y mediante la medición de la frecuencia cardiaca (MONDELO, 1999, pág. 155).

Para evaluar las actividades físicas, se utiliza las tablas de Lehman:

A: POSTURA, MOVIMIENTO CORPORAL		kcal/min trabajo	kcal/h trabajo
Sentado		0,3	20
Arrodillado		0,5	30
Acuclillado		0,5	30
Parado		0,6	35
Encorvado de pie		0,8	50
Caminando		1,7 - 3,5	100 -200
Escalando una rampa de 10 grados y de 0.75 m. de altura.			400
B: TIPO DE TRABAJO			
Trabajo manual	Ligero	0,3 - 0,6	15-35
	Moderado	0,6 - 0,9	35-50
	Pesado	0,9 - 1,2	50-60
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5 - 2,0	80-110
	Moderado	2,0 - 2,5	110-135
	Pesado	2,5 - 3,0	135-160
Trabajo con todo el cuerpo	Ligero	2,5 - 4,0	135-220
	Moderado	4,0 - 6,0	220-325
	Pesado	6,0 - 8,5	325-450
	Muy pesado	8,5 - 11,5	450-600

Tabla 1 de Lehman (MONDELO, 1999, pág. 156)

A partir de los valores propuestos por Lehman, Viña, del ISPJAE de la Habana en el año de 1948 dedujo la siguiente expresión matemática (MONDELO, 1999):

$$LGE = CTF (1.1 - 0.3 \log t)$$

Donde:

LGE es el límite del gasto energético que se puede expresar en J/min, o litros O₂/min.

CTF es la capacidad de trabajo físico del trabajador específico expresado en las mismas unidades que el LGE.

T es el tiempo de trabajo en minutos.

De la expresión anterior puede obtenerse la expresión del límite del gasto energético acumulado en joules, en litros de oxígeno, o en Kcal.

$$LGEa = CTF (1.1 - 0.3 \log t)t$$

Para identificar los índices biomecánicos, se identifican las fases y subfases correspondientes a las actividades y subactividades, de las cuales se indican los sistemas involucrados, sus posibles fallas si las hubiere y el gasto energético de cada una.

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES BIOMECÁNICOS			
FASE	SISTEMAS INVOLUCRADOS	POSIBLES FALLAS	GASTO ENERGÉTICO

Cuadro 29 Identificación de índices biomecánicos (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.5.4 ÍNDICES SENSORIALES

Establecen el grado de adecuación entre las características físicas de los elementos del objeto/ máquina y del espacio físico, con las condiciones de percepción del ser humano.

Cabe mencionar el término carga nerviosa, mismo que es las exigencias del sistema nervioso central durante la realización de una tarea, y viene determinada por dos criterios:

Operaciones mentales, que son acciones no automatizadas en las que el ser humano o usuario elige conscientemente la respuesta.

El nivel de atención, que refiere a las tareas automatizadas que tienen en cuenta la duración de la atención, la precisión y las incidencias de las mismas (MONDELO, 1999, pág. 168)

Tomando en cuenta la evaluación de la carga mental propuesta por el Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo del CNRS de Aix – en – Provence (MONDELO, 1999, pág. 167), se realiza a partir de cuatro indicadores.

1. Apremio de Tiempo

Determinado en el uso repetitivo por la necesidad de seguir la cadencia impuesta, y en el uso no repetitivo por la necesidad de cumplir cierto rendimiento.

2. Complejidad- Rapidez

Es el esfuerzo de memorización, o el número de elecciones a efectuar, relacionado con la velocidad que se emite la respuesta.

3. Atención

Nivel de concentración requerido y continuidad de este esfuerzo.

4. Minuciosidad

Se tiene en cuenta trabajos de precisión como una forma especial de atención.

Para identificar los índices sensoriales se llenan y clasifican las características según las actividades y subactividades correspondientes a cada una de las fases y subfases:

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES SENSORIALES				
FASE	APREMIO DE TIEMPO	COMPLEJIDAD - RAPIDEZ	ATENCIÓN	MINUCIOSIDAD

Cuadro 30 Identificación de índices sensoriales (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.5.5 ÍNDICES COGNITIVOS

Determinan la correspondencia entre el contenido semántico del objeto/ máquina y del espacio físico con la interpretación, la asimilación y la capacidad de respuesta del ser humano dentro del sistema ergonómico.

La semántica⁹ del producto nace a partir de la teoría comunicativa del producto, por medio de un lenguaje captado por los sentidos (MONDRAGÓN, XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002, pág. 2).

En el cuadro de identificación de Índices Cognitivos, se identifican las fases y subfases correspondientes a cada una de las actividades y subactividades, interpretando cada una de ellas como el diseñador crea necesario. En cuanto a la asimilación y la capacidad de respuesta se valora mediante la calificación alta o baja.

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES COGNITIVOS			
SER HUMANO			
FASE	INTERPRETACIÓN	ASIMILACIÓN	CAPACIDAD DE RESPUESTA

Cuadro 31 Identificación de índices cognitivos (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.1.5.6 ÍNDICES AMBIENTALES

Establecen la relación de adecuación entre las características del espacio físico, el entorno y el medio ambiente, para esto hay que nombrar, varios ambientes que influyen en los índices ambientales: térmico, acústico y la visión e iluminación.

1. Térmico

⁹ “En 1984, Krippendorff y Butter definieron a la semántica del producto como el estudio de las cualidades simbólicas de formas hechas por el hombre en el contexto de su uso y la aplicación de su conocimiento para el diseño industrial... la semántica del producto es un nuevo estado de la conciencia de la antigua definición de que los objetos tienen no solo funciones físicas, sino también: llevan sus instrucciones de uso, cumplen las funciones simbólicas representadas y constituyen el medio ambiente simbólico en el que vive la gente” (MONDRAGÓN, XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, 2002).

El ser humano es como un sensor, que capta las distintas temperaturas del ambiente como las de su interior. La mayoría de personas pueden soportar temperaturas considerables entre el interior del cuerpo y su entorno. La temperatura interna del cuerpo humano, varía entre los 36°C y los 38°C. “Los receptores de frío comienzan a funcionar si la temperatura de un área de la piel desciende, a una velocidad mayor de 0,004°C/s. Los del calor comienzan a percibir las sensaciones si la temperatura en un área de la piel se incrementa a una velocidad mayor, aproximadamente, de 0,001°C/s.” (MONDELO, 1999, pág. 79)

Hay que tomar en cuenta que cuando las personas no trabajan en un ambiente adecuado, se generan reducciones con respecto a los rendimientos tanto físicos como mentales, consecuencia de factores como irritabilidad, incremento de la agresividad, distracciones, incomodidad, sudor, etc.

44°C	Golpe de calor. Piel caliente y seca; $t > 40^{\circ}\text{C}$ convulsiones, coma (15-25 % mortalidad).
42°C	
40°C	Lesiones Cerebrales
38°C	NORMAL
36°C	
34°C	Sensación de frío, tiritas
33°C	Hipotermia: bradicardia, hipotensión, somnolencia, apatía, musculatura rígida.
32°C	
30°C	
28°C	Musculatura relajada, falla función respiratoria.

Cuadro 32 Escala de la temperatura interna y sus repercusiones en el hombre (MONDELO, 1999, pág. 80)

La temperatura corporal se eleva mediante el ejercicio. Cuando el ejercicio se realiza por periodos cortos de tiempo, no se generan daños pero sobre todo permite una mayor eficiencia al acelerar el metabolismo en actividades físicas. La mayoría de ambientes necesitan un clima adecuado, debido a que la mayoría de la energía física se convierte en calor cuando los trabajos físicos son intensos y se necesita un entorno fresco, mientras que

cuando los trabajos físicos son más ligeros la energía física es transformada en un porcentaje mínimo en calor y se necesita un entorno cálido, y así poder compensar las variaciones de temperatura. La eficiencia mecánica de las personas está entre el 0 y el 25%, dependiendo si el trabajo es estático o dinámico.

$$Em = (T \times 100) / (GEt - MB) < 20-25\%$$

Donde:

Em	eficiencia mecánica en %
T	trabajo externo en joules
GEt	gasto energético total que consume la persona, en joules
MB	gasto energético del metabolismo basal, en joules.

Las actividades físicas se miden en distintas unidades: joules, watts, o kilocalorías. El MET es una unidad también utilizada para este tipo de actividad, y equivale a:

$$58.15 \text{ } /m^2 \text{ ó } 50 \text{ Kcal}/hm^2$$

2. Acústico

El sonido es considerado como la vibración mecánica de un gas, líquido o sólido, y es percibido por el oído humano, mientras que el ruido es todo sonido no deseado que produce daños fisiológicos o psicológicos ó interferencias en la comunicación.

El sonido se define mediante la presión acústica¹⁰ y su frecuencia¹¹. El oído percibe las variaciones periódicas de presión en forma de sonido cuando su frecuencia está entre los 16 y 16000 Hz. Y su presión acústica entre 2×10^{-5} Pa. Y 2×10^4 Pa.

¹⁰ La presión acústica o sonora es la raíz de la media cuadrática de la variación periódica de la presión en el medio donde se propaga la onda sonora. (MONDELO, 1999, pág. 107)

¹¹ Es el número de ciclos de una onda que se completan en un segundo y su unidad de medida es el hertz (Hz.) (MONDELO, 1999, pág. 107)

AUDIBLES		
AGUDOS	20.000 Hz	
	8.000 Hz	
MEDIOS	3.000 Hz	VOZ HUMANA
	2.000 Hz	
	400 Hz	
GRAVES	200 Hz	
	100 Hz	
	20 Hz	

Cuadro 33 Espectro de frecuencias audibles (MONDELO, 1999).

El diseño inadecuado de las condiciones acústicas, generan efectos dañinos por parte del ruido al ser humano (MONDELO, 1999, pág. 112):

1. Incremento de la presión sanguínea.
2. Aceleración del ritmo cardiaco.
3. Contracción de los capilares de la piel.
4. Incremento del metabolismo.
5. Lentitud de la digestión.
6. Incremento de la tensión muscular.
7. Afectaciones al sueño.
8. Disminuye la capacidad de trabajo físico y mental.
9. Se generan alteraciones nerviosas.
10. Disminuye el campo visual.
11. Las defensas del organismo disminuyen.
12. Se generan interferencias en la comunicación.

El ruido es perjudicial para la salud del ser humano en niveles altos y/o constantes repeticiones, por lo que existen ciertas medidas (MONDELO, 1999, pág. 117) que se pueden tomar en cuenta para el desarrollo de productos:

- Utilizar procesos, productos y elementos menos ruidosos.
- Disminuir la velocidad de equipos ruidosos.
- Aumentar la amortiguación.
- Optimizar la rigidez de las estructuras.

- Incrementar la masa de las cubiertas vibrantes.
- Disminuir el área de las superficies vibrantes.
- Practicar mantenimiento preventivo.
- Encapsulamiento y apantallamiento de la fuente de ruido.
- Recubrimiento de partes metálicas.
- Aislamientos de productos ruidosos.
- Recubrimientos de paredes, techos, etc.
- Utilización de resonadores acústicos.
- Protección por parte del usuario.

El ruido depende de varios factores, que inciden en la salud del usuario. Hay que tomar en cuenta que existen medidores de niveles de ruido, generalmente para el desarrollo de productos hay laboratorios en los cuales se desarrollan este tipo de pruebas.

3. Visión e iluminación

Cuando se diseñan productos o ambientes, el objetivo principal es que el usuario reconozca sin errores lo que ve en un tiempo adecuado y sin fatigarse. Existen consecuencias cuando el producto o espacio que se diseña no tiene la correcta iluminación como: incomodidad, dolores de cabeza, defectos visuales, errores, accidentes, ilusiones y desorientación.

La mayoría de información que recibe el ser humano es visual, por lo que la iluminación es fundamental para el usuario. El ojo humano para un correcto funcionamiento, necesita que el objeto se encuentre a una distancia adecuada, es decir si está muy cerca o muy lejos se generan distintos esfuerzos en el ojo del ser humano que son difíciles de interpretar por del cerebro.

Las actividades humanas necesitan de la interacción del ser humano con el objeto y la luz. La luz se caracteriza con cuatro magnitudes esenciales: flujo luminoso¹², intensidad luminosa¹³, nivel de iluminación¹⁴ y luminancia o brillo¹⁵.

¹² Cantidad de luz emitida por segundo. Su símbolo es (Φ) y su unidad es el lumen (lm) (MONDELO, 1999, pág. 127).

¹³ Emisión de luz en función de su dirección. Su símbolo es (I) y su unidad es la candela (MONDELO, 1999, pág. 128).

¹⁴ Cantidad de luz que incide sobre una superficie. Su símbolo es (E) y su unidad es el lux (lx) (MONDELO, 1999, pág. 128).

¹⁵ Cantidad de luz emitida sobre una superficie (MONDELO, 1999, pág. 128).

Existen otros aspectos que inciden en la relación entre la visión y la iluminación como: el ángulo visual, contraste, tiempo, distribución de brillo, deslumbramiento, difusión de la luz y color, etc. Hay normas que establecen los distintos niveles de iluminación, al igual que métodos para diseñar sistemas de iluminación, al igual que fuentes relacionadas con salud ocupacional, ergonomía, que pueden servir de base para el diseño de sistemas de iluminación.

Para identificar los índices ambientales se llena el cuadro de identificación de índices ambientales en función de cada fase de la actividad:

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES AMBIENTALES			
SER HUMANO			
FASE	TÉRMICO	ACUSTICO	VISIÓN E ILUMINACIÓN

Cuadro 34 Identificación de índices ambientales (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

5.1.1.2 Análisis, definición y aplicación

Durante esta etapa, se realiza el análisis de cada uno de los cuadros antes identificados mediante la utilización del cuadro de factores e índices determinantes, mismo que servirá para guiar al diseñador donde profundizar más para tener un diseño en el cual se haya investigado e interrelacionado con las áreas específicas correspondientes a las disciplinas necesarias para el desarrollo del producto.

FACTORES E ÍNDICES DETERMINANTES													
		CANTIDAD DE SUB ACTIVIDADES	FACTORES ERGONOMICOS (FE)					ÍNDICES ERGONOMICOS (IE)					
			USABILIDAD	BIENESTAR	IMPACTO AMBIENTAL	APREHENSIÓN	SOCIOCULTURAL	MANTENIMIENTO	MORFOLÓGICOS	ANTROPOMÉTRICOS	BIOMECÁNICOS	SENSORIALES	COGNITIVOS
ACTIVIDADES	INCIDENCIA SOBRE LAS SUB ACTIVIDADES												
TOTAL													
VALORACIÓN = PROMEDIO DEL TOTAL DE PUNTOS DIVIDIDO POR EL NUMERO TOTAL DE SUB ACTIVIDADES													
INCIDENCIA													
DETERMINANTE			<1.5										
RELEVANTE			>1.5										

Cuadro 35 Factores e índices determinantes (ESPÍN, 2011), autor de este TFC

Una vez que se sabe cuáles son los FE y de los IE determinantes, el diseñador realizará una investigación sobre el tema específico de tanto de los FE y de los IE recurriendo a la información anteriormente mencionada ó al profesional correspondiente a cada una de las áreas de las cuales fueron obtenidos los resultados si fuera necesario, caso contrario en el

cuadro general de identificación se anotarán las observaciones a ser tomadas en cuenta el momento del diseño.

5.1.1.3 Retroalimentación

El momento de investigar acerca de los FAE y de los IAE, se pueden utilizar los mismos u otros métodos de recopilación de información para proseguir con el proceso de diseño desde los esquemas hasta llegar a realizar prototipos o el producto si fuera el caso.

Cabe tomar en cuenta las diferentes interfaces que se establecen según Saravia: Ambiental, auditiva, táctil y visual son parte de cada interacción en cada actividad que realiza el usuario.

5.1.1.3.1 Esquema

Durante esta etapa se realizan los esquemas, mismos que pueden ser físicos o virtuales. Se reevalúan cada una de las interacciones que generaron dudas en los pasos anteriores.

5.1.1.3.2 Modelos

Durante la realización de los modelos se aplican las correcciones necesarias de acuerdo con el criterio de quien está desarrollando el diseño.

5.1.1.3.3 Prototipos

Los prototipos se realizan un paso antes de tener el producto, donde se pulen detalles.

5.1.1.3.4 Producto

Se realiza el producto final utilizando los procesos y materiales necesarios y adecuados por el diseñador.

6. APLICACIÓN DEL MODELO PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN BASE AL MODELO DE ERGONOMÍA DE CONCEPCIÓN

6.1 Delimitación del modelo

En cuanto a la delimitación del ser humano, al no tener tablas antropométricas de la población ecuatoriana, se tomará en cuenta aquellas que sean similares con respecto a la forma, estructura y medidas del cuerpo humano. En este caso delimitaremos con tablas tomadas del libro “Dimensiones antropométricas de población Latinoamericana” (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001) sobre la población mexicana.

El ser humano que integrará el Sistema Ergonómico, serán adultos de sexo masculino de 18 a 65 años. Este ser humano se ve afectado por un desastre natural. El gobierno del Ecuador decide apoyar a las personas que han perdido sus bienes, y en este caso recibe uno de los habitáculos, dentro del cual se encuentra el inodoro que utilizará para realizar sus necesidades biológicas, cuyo beneficio es el sistema de ahorro de agua.



Imagen 4 (DIA, Empresa de diseño, 2011)

El producto escogido para la aplicación del modelo en base a la ergonomía de concepción, es un inodoro para habitáculos ó viviendas en caso de emergencias debido a desastres naturales en el Ecuador. Esta vivienda ha sido diseñada para personas que han sufrido desastres naturales. Su desarrollo es realizado por diseñadores ecuatorianos de la empresa de diseño DIA. El inodoro es uno de los elementos que contiene el habitáculo, cuyo diseño y fabricación son de origen ecuatoriano, bajo el contexto y los distintos parámetros, ya sean económicos, culturales, sociales, etc., que se dan en la actualidad en el Ecuador.

El inodoro funciona manualmente, es decir que sus elementos pueden ser activados por el ser humano sin ningún automatismo. Los elementos que permiten el funcionamiento del inodoro son los siguientes:

1. Un tanque que sirva para el almacenamiento de agua que se va a utilizar para la limpieza del inodoro.
2. El inodoro con los elementos necesarios para el traslado del agua almacenada que sirve para la limpieza del mismo, y que luego es almacenada con los desechos.
3. Un tanque para el almacenamiento de los desechos sólidos y líquidos, luego de ser utilizado el inodoro.

El inodoro funciona de la siguiente manera:

1. El agua almacenada para la limpieza del inodoro es succionada mediante una bomba, siendo activada esta última por el usuario. Una vez realizadas sus necesidades y cerrada la tapa de plástico del inodoro. El usuario bombea, y mediante la línea de tubería plástica se traslada el agua a la segunda bomba.
2. El usuario bombea aire en la segunda bomba donde había sido trasladada el agua mediante el bombeo de la primera bomba, de tal manera que se genera la suficiente presión.
3. El usuario activa una válvula que permite la salida del agua almacenada en la segunda bomba. El agua sale, y es trasladada hacia la tapa plástica del inodoro donde se encuentran una serie de aspersores, que con dirección al cono del inodoro, limpia los desechos.
4. El usuario se asegura de forma visual que el interior del inodoro quede limpio, y los desechos son trasladados con la ayuda de la fuerza de la gravedad, hacia un tanque de almacenamiento de desechos.

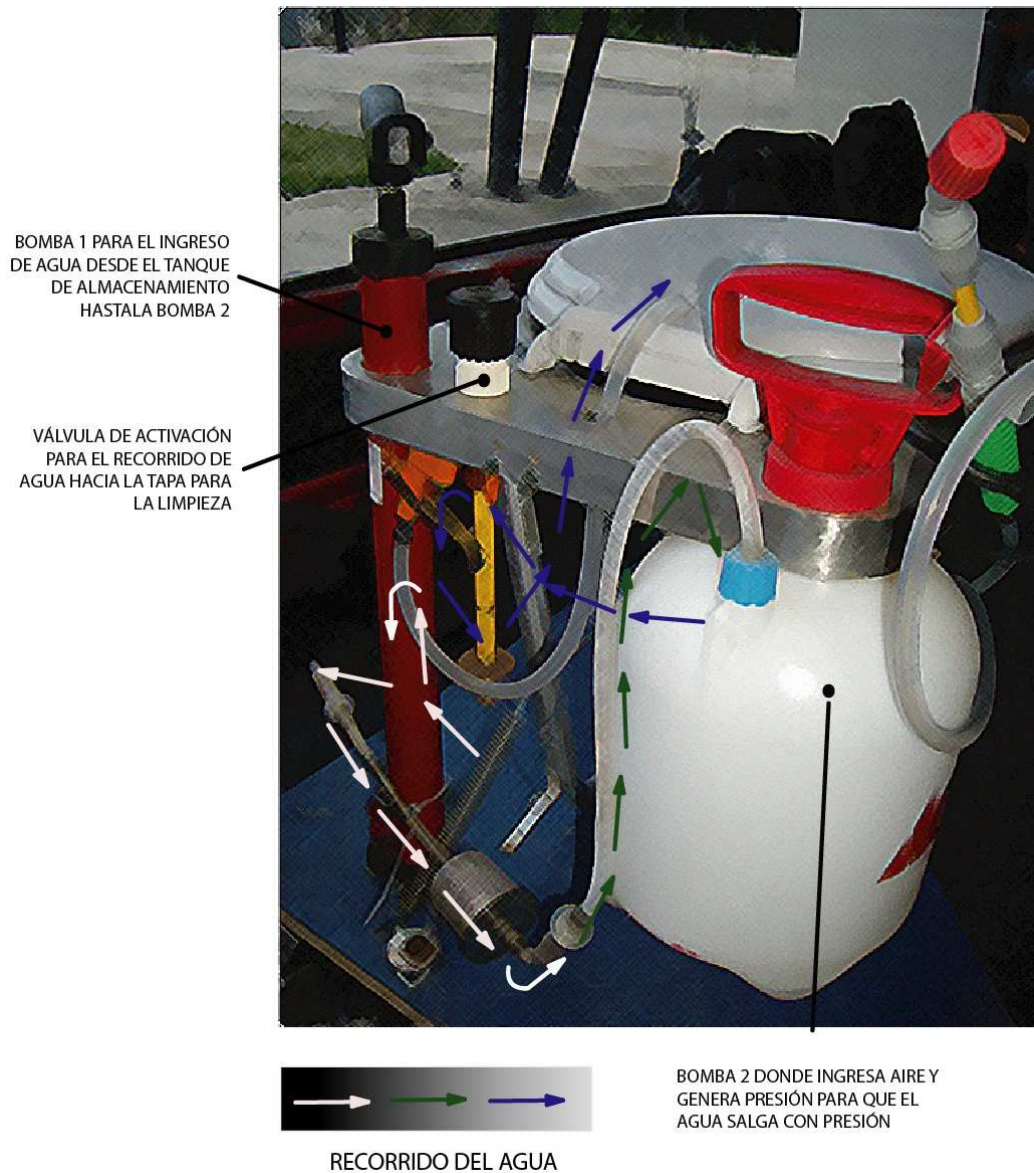


Imagen 5 Vista trimétrica desde la parte posterior del inodoro y el recorrido del agua (DIA, Empresa de diseño, 2011)



Imágen 6 Vista superior inodoro (DIA, Empresa de diseño, 2011)

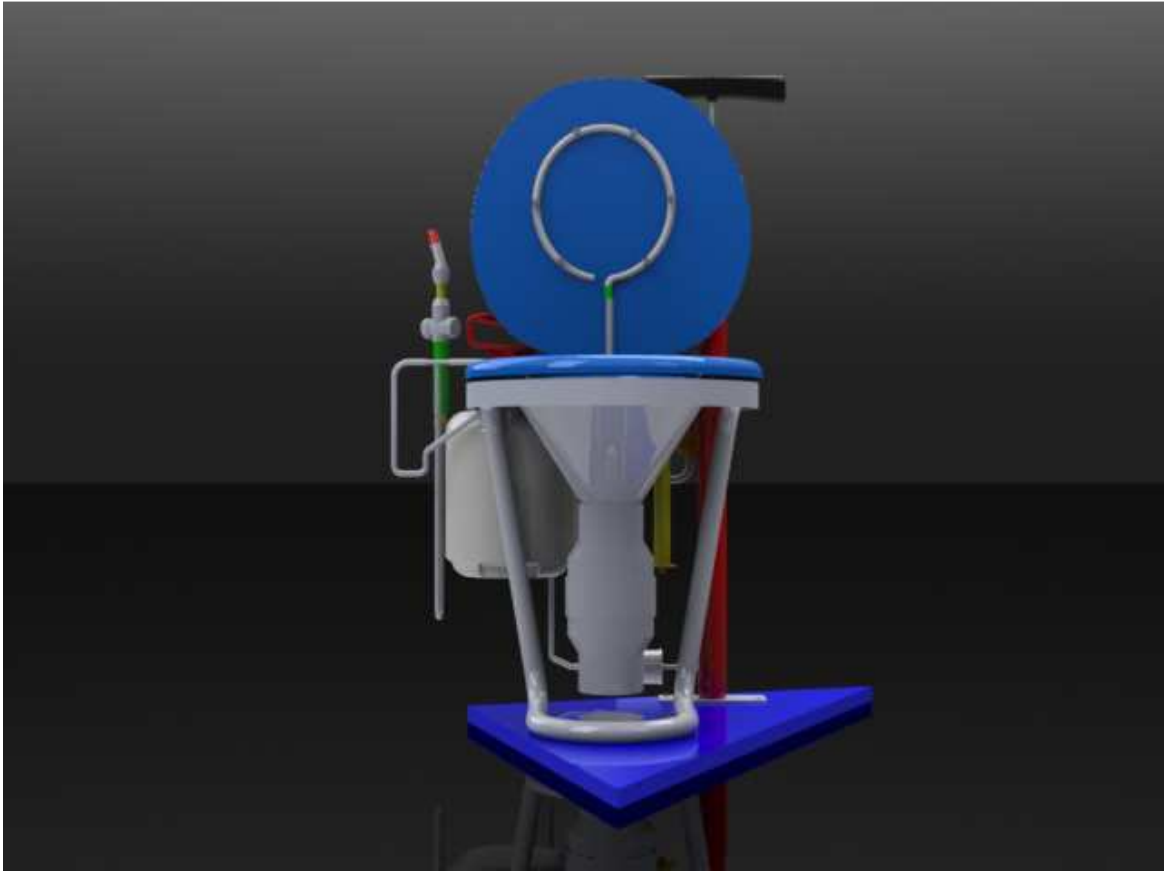


Imágen 7 Detalle tapa plástica con sistema de aspersores (DIA, Empresa de diseño, 2011)

Una vez con el modelo físico, y la información recolectada, se procedió a levantar planos en dos dimensiones (Normalización, Instituto Ecuatoriano de, 1981) (ver anexo 3) y en tres dimensiones ilustrando dicho modelo, sobre el cual se adquirirá la información necesaria.



Imágen 8 Vista lateral inodoro (ESPÍN, 2011)



Imágen 9 Vista frontal inodoro (ESPÍN, 2011)

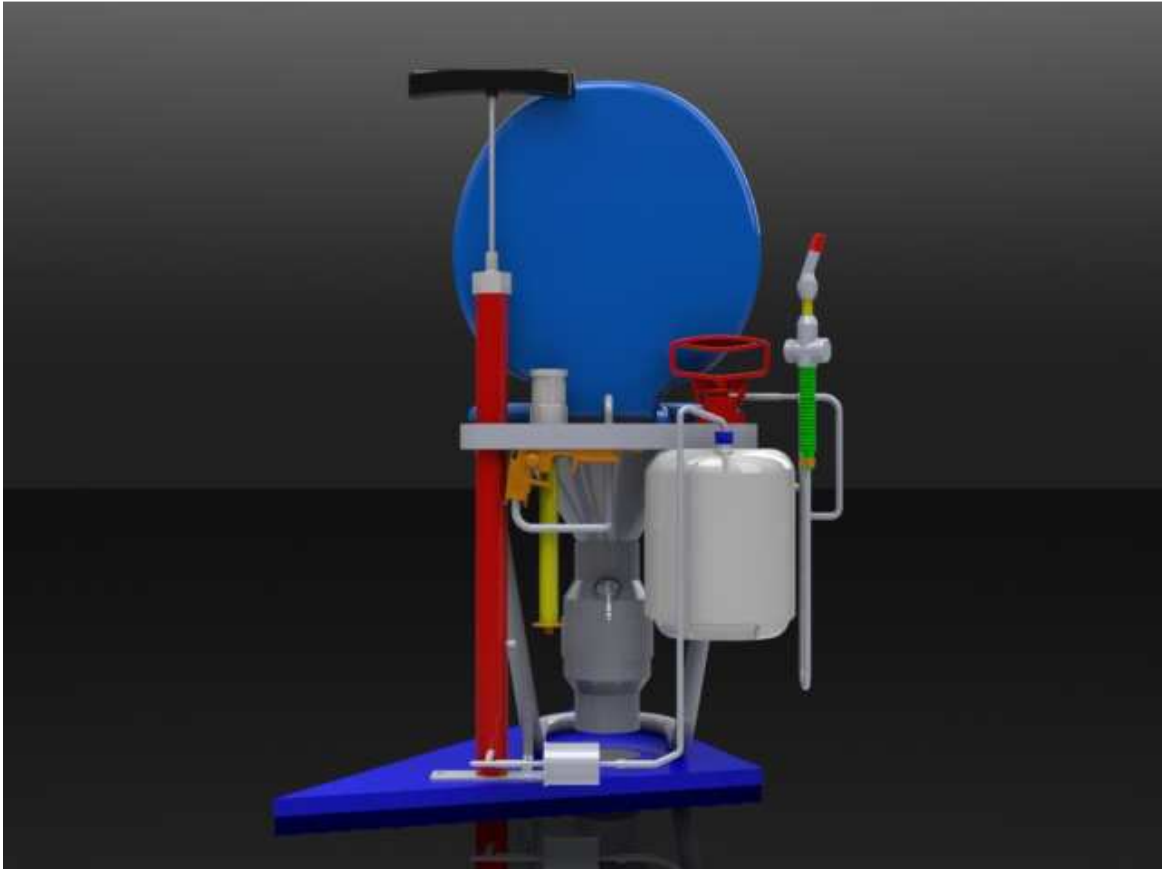


Imagen 10 Vista posterior Inodoro (ESPÍN, 2011)

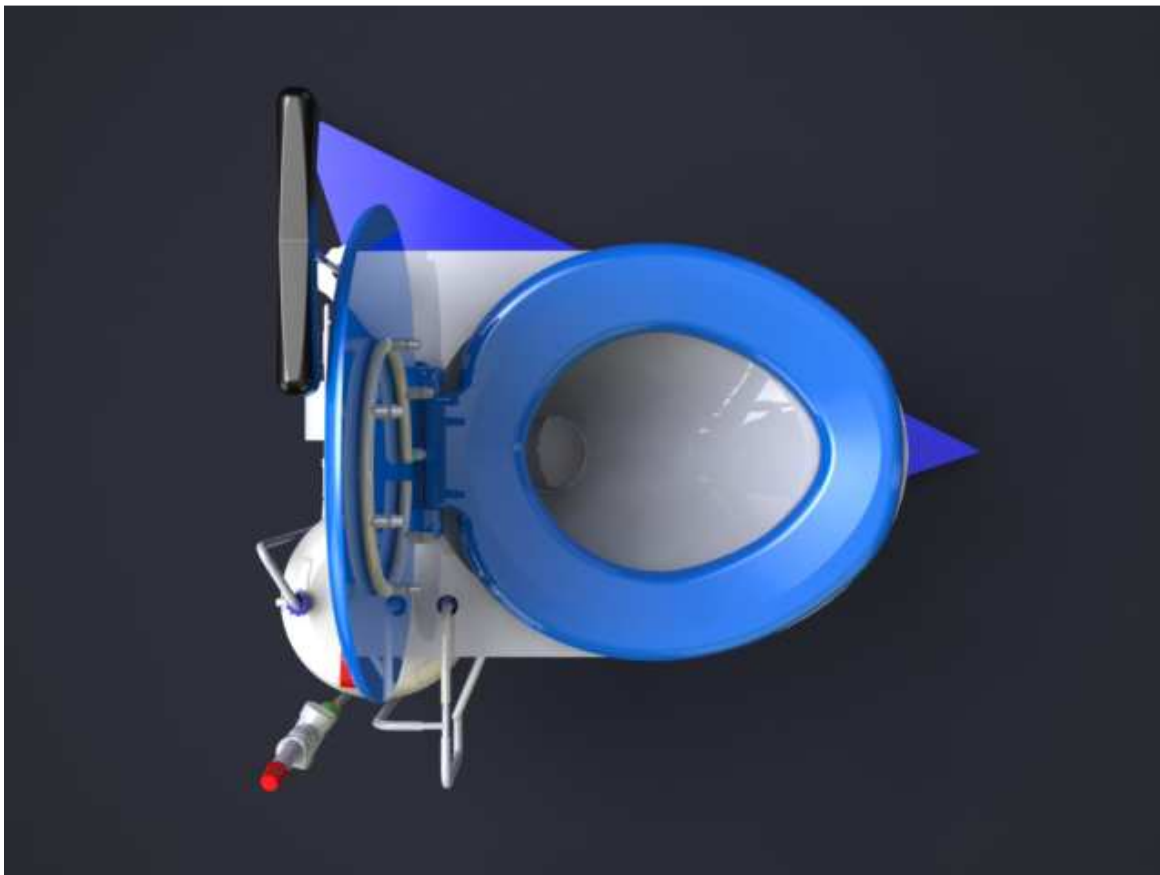


Imagen 11 Vista superior inodoro (ESPÍN, 2011)

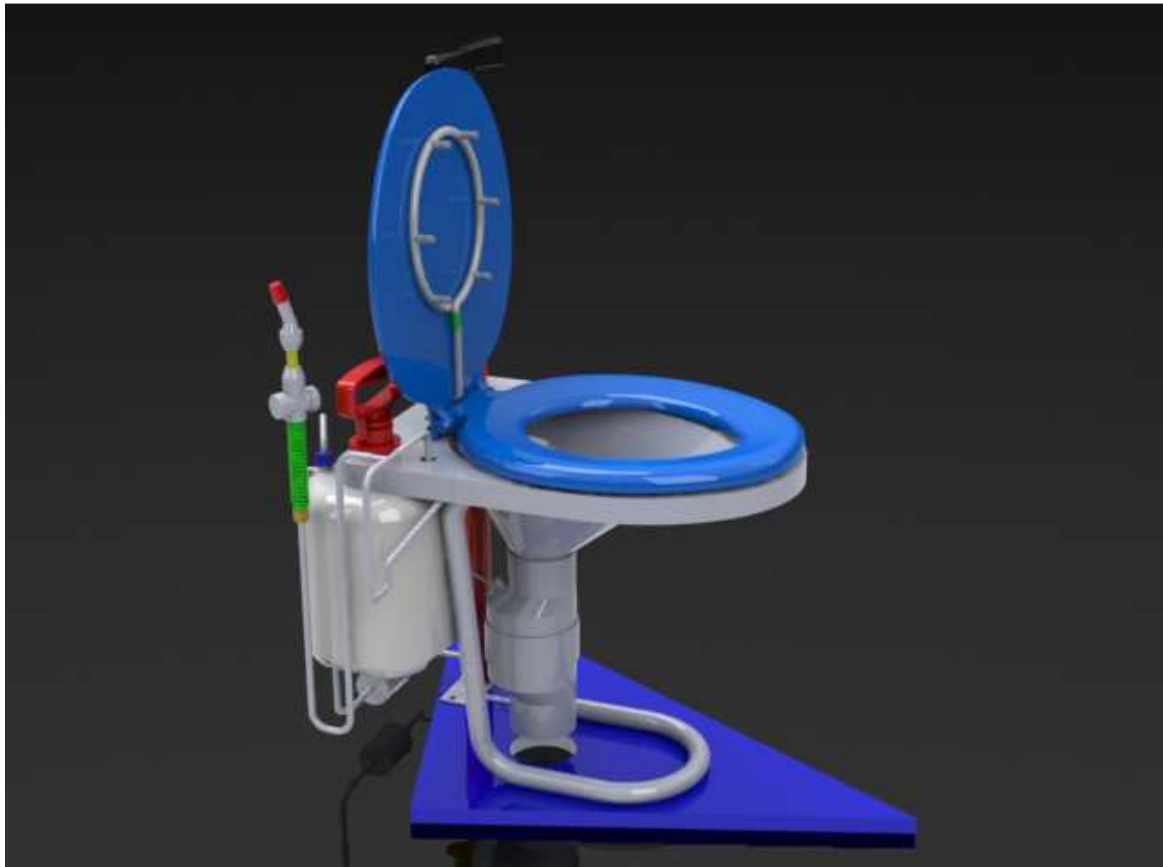


Imagen 12 Vista dimétrica inodoro (ESPÍN, 2011)

6.1.1 Identificación

6.1.1.1 Sistema Ergonómico (SE)

El sistema ergonómico se define en función de la evaluación de los siguientes cuadros, ya sean de Identificación del Sistema Ergonómico (SE), Identificación de actividades dentro del Sistema Ergonómico (SE), Factores Ergonómicos (FE), Índices Ergonómicos (IE), etc.:

6.1.1.1.1 Identificación del sistema ergonómico

IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA ERGONÓMICO					
TIPO DE SISTEMA		SER HUMANO	MÁQUINA/ OBJETO	ESPACIO FÍSICO	TIPO DE ENTORNO
No. 1	¿QUIÉN O QUÉ?	PERSONA QUE SE ENCUENTRE UTILIZANDO EL HABITÁCULO	INODORO DE ACERO INOXIDABLE QUE PERMITE EL AHORRO DE AGUA	EL ESPACIO CONSIDERADO COMO BAÑO DENTRO DEL HABITÁCULO	PAÍS LATINOAMERICANO EN ESTE CASO EL ECUADOR DONDE SE CORRE EL RIESGO DE DISTINTOS TIPO DE DESASTRES NATURALES COMO: ERUPCIONES VOLCÁNICAS, DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS, INUNDACIONES, TERREMOTOS, ETC. CUYA SITUACIÓN ECONÓMICA REQUIERE DE PRODUCTOS QUE SEAN DEL MENOR COSTO POSIBLE Y QUE DURE ANTE LOS DIVERSOS TIPOS DE CLIMA, SEA DE FÁCIL USO.
	¿QUÉ REALIZA?	REALIZA SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS	RECEPTA Y ENVÍA MEDIANTE UN CANAL LAS NECESIDADES BIOLÓGICAS DEL SER HUMANO	ES EL LUGAR DENOMINADO COMO BAÑO Y DONDE SE ENCUENTRA EL INODORO	
	¿CUÁNDO?	CUANDO EL CUERPO DEL SER HUMANO NECESITE	CUANDO EL CUERPO DEL SER HUMANO NECESITE	CUANDO EL CUERPO DEL SER HUMANO NECESITE	
	¿DÓNDE?	EL SER HUMANO REALIZA SUS NECESIDADES EN EL INODORO	EL INODORO SE ENCUENTRA UBICADO EN EL BAÑO	EL BAÑO SE ENCUENTRA UBICADO EN EL HABITÁCULO	
	¿POR QUÉ?	ES PARTE NATURAL DE LOS SERES HUMANOS REALIZAR LAS NECESIDADES BIOLÓGICAS	SE NECESITA COLECTAR Y ENVIAR A UN LUGAR ESPECÍFICO LOS DESECHOS	ES EL LUGAR DONDE LOS SERES HUMANOS HACEN SUS NECESIDADES Y SE CONOCE COMO BAÑO	

Cuadro 36 Identificación del Sistema Ergonómico (SE) (ver pág.68)

Una vez identificado el Sistema Ergonómico, podemos deducir que al ser un tipo de sistema número 1, será una persona quien utilice el inodoro. En este caso identificamos al ser humano como aquella persona que utilizará el inodoro cuyo nombre es Juan. El objeto o máquina es el inodoro, mientras que el espacio físico es el espacio considerado como “baño” dentro del habitáculo. El tipo de entorno es el contexto sobre el cual se desarrolla este sistema, en este caso, el Ecuador.

6.1.1.1.2 Identificación de actividades dentro del sistema ergonómico

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DENTRO DEL SE			
FASE	TIPO DE INTERACCIÓN	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CONOCIMIENTO ESPECÍFICO
1	SER HUMANO – OBJETO – ESPACIO FÍSICO	EL SER HUMANO NECESITA REALIZAR SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS EN EL HABITÁCULO	EL SER HUMANO ES DE SEXO MASCULINO Y NECESITA REALIZAR SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS MEDIANTE LA ORINA
1.1	SER HUMANO – ESPACIO FÍSICO	EL SER HUMANO ENTRA AL ESPACIO FÍSICO DENOMINADO COMO “BAÑO”	EL MOMENTO DE ENTRAR VISUALIZA EL ESPACIO FÍSICO DONDE SE ENCUENTRA EL INODORO Y SUS ELEMENTOS
1.2	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO SE UBICA FRENTE AL INODORO	SE UBICA FRENTE AL INODORO EL (EL INODORO SE ENCUENTRA UBICADO EN LA PARTE INFERIOR EMPOTRADO AL PISO)
1.3	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO LEVANTA LA TAPA	MEDIANTE UN MOVIMIENTO AGACHÁNDOSE AL INCLINAR SU ESPALDA UTILIZA CUALQUIERA DE SUS MANOS PARA LEVANTAR LA TAPA PLÁSTICA
1.4	SER HUMANO	EL SER HUMANO DESNUDA LA PARTE DE SU CUERPO CON LA QUE VA A REALIZAR SU NECESIDAD	MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE SUS MANOS RETIRA LA ROPA DE LA PARTE DE SU CUERPO CON LA QUE VA A REALIZAR SU NECESIDAD
1.5	SER HUMANO – OBJETO	EL SER HUMANO SE ENFOCA NUEVAMENTE EN EL INODORO	VISUALIZA EL INODORO AGACHANDO LA CABEZA
1.6	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO REALIZA LA ACTIVIDAD DE ORINAR	ORINA PROCURANDO ENFOCARSE MEDIANTE LA VISTA DIRIGIDA AL INODORO Y MEDIANTE EL TACTO LA PARTE DE SU CUERPO HASTA FINALIZAR
1.7	SER HUMANO	EL SER HUMANO CUBRE SU CUERPO	UTILIZA SUS MANOS PARA CUBRIR SU CUERPO
2	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO TIENE QUE PROCEDER CON LA LIMPIEZA DEL INODORO	TIENE QUE REALIZAR LA ACCIÓN DE LIMPIEZA PARA QUE EL INODORO NO TENGA RESIDUOS DE ORINA
2.1	SER HUMANO - OBJETO	BAJA LA TAPA PLÁSTICA	MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE SUS MANOS Y AGACHANDO SU ESPALDA BAJA LA TAPA
2.2	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO VISUALIZA LAS VÁLVULAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE POSTERIOR DEL INODORO	CON SU VISTA Y AGACHANDO LIGERAMENTE LA CABEZA LOGRA VER TRES PERILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE POSTERIOR DEL INODORO
2.3	SER HUMANO - OBJETO	EN LA BOMBA 1 ACCIONA LA PERILLA DE BOMBEO DE AGUA HACIA LA BOMBA 2	UNA VEZ AGACHADO MEDIANTE EL MOVIMIENTO DE SU BRAZO DE ARRIBA HACIA ABAJO SUJETANDO LA PERILLA BOMBEA AGUA DESDE UN TANQUE EN EL EXTERIOR HACIA LA BOMBA 2
2.4	SER HUMANO OBJETO	REALIZA LA ACTIVIDAD DE INTRODUCIR AIRE A LA BOMBA 2	MEDIANTE EL MOVIMIENTO DE SU BRAZO DE ARRIBA HACIA ABAJO SUJETANDO LA SIGUIENTE PERILLA BOMBEA AIRE AL TANQUE PARA QUE LA PRESIÓN DE ESTE AUMENTE.
2.5	SER HUMANO - OBJETO	REALIZA LA ACTIVIDAD DE ACTIVAR LA VÁLVULA	AGACHÁNDOSE ACTIVA LA VÁLVULA PARA QUE LIMPIE EL INODORO Y VERIFICA QUE SE LIMPIE

Cuadro 37 Identificación de actividades dentro del SE (ver pág. 68)

Las actividades que se realizan dentro del Sistema Ergonómico (SE) (ver anexo 2), se han dividido en dos fases. La primera fase es aquella descrita, en la que el ser humano necesita realizar sus necesidades biológicas. Esta fase contiene siete subfases, en las que se describen cada una de las subactividades correspondientes. En el caso de la segunda fase, el ser humano tiene que proceder con la limpieza del inodoro. La segunda fase se divide en seis subfases.

Cada una de las fases y subfases, que corresponden a las actividades y subactividades respectivamente tienen un conocimiento específico sobre el cual se detallan puntos considerados importantes.

Una vez identificadas las actividades, se procede a la identificación tanto de cada uno de los factores ergonómicos e índices ergonómicos.

6.1.1.1.3 Factores Ergonómicos (FE)

6.1.1.1.3.1 FACTORES DE USABILIDAD

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE USABILIDAD POR CADA ACTIVIDAD		
FASE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	NIVEL DE USABILIDAD
1	EL SER HUMANO NECESITA REALIZAR SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS DENTRO DEL HABITÁCULO DESPUÉS DE UNA CATÁSTROFE NATURAL.	
1.1	EL SER HUMANO ENTRA AL ESPACIO FÍSICO DENOMINADO COMO “BAÑO”	BAJO
1.2	EL SER HUMANO SE UBICA FRENTE AL INODORO	BAJO
1.3	EL SER HUMANO LEVANTA LA TAPA	BAJO
1.4	EL SER HUMANO DESNUDA LA PARTE DE SU CUERPO CON LA QUE VA A REALIZAR SU NECESIDAD	BAJO
1.5	EL SER HUMANO SE ENFOCA NUEVAMENTE EN EL INODORO	BAJO
1.6	EL SER HUMANO REALIZA LA ACTIVIDAD DE ORINAR	BAJO
1.7	EL SER HUMANO CUBRE LA PARTE DE SU CUERPO QUE SE ENCONTRABA DESNUDA	BAJO
2	EL SER HUMANO TIENE QUE PROCEDER CON LA LIMPIEZA DEL INODORO	
2.1	BAJA LA TAPA PLÁSTICA	ALTO
2.2	EL SER HUMANO VISUALIZA LAS TRES PERILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE POSTERIOR DEL INODORO	ALTO
2.3	EN LA BOMBA 1 ACCIONA LA PERILLA DE BOMBEO DE AGUA HACIA LA BOMBA 2	ALTO
2.4	REALIZA LA ACTIVIDAD DE INTRODUCIR AIRE A LA BOMBA 2	ALTO
2.5	REALIZA LA ACTIVIDAD DE ACTIVAR LA VÁLVULA	ALTO

Cuadro 38 Identificación de factores de usabilidad por cada actividad (ver pág. 69)

Se realizó la identificación de Factores de Usabilidad por cada actividad, donde la fase dos, tuvo un puntaje alto en cuanto al nivel de usabilidad, mientras que en la fase uno fue bajo.

6.1.1.1.3.2 FACTORES DE BIENESTAR

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE BIENESTAR					
FASE	PELIGROS	TIPO DE RIESGO	CONTROL EN EL OBJETO O MÁQUINA	CONTROL EN EL ESPACIO FÍSICO	CONTROL EN EL SER HUMANO
1					
1.1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.3	PROBLEMAS EN LA ESPALDA	DOLORES MUSCULARES	ALGÚN APOYO	ALGÚN APOYO	EJERCICIO / CONTROL EN EL MOVIMIENTO
1.4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2					
2.1	PROBLEMAS EN LA ESPALDA	DOLORES MUSCULARES	MAYOR ALCANCE A LA TAPA	MAYOR ALCANCE A LA TAPA	EJERCICIO / CONTROL EN EL MOVIMIENTO
2.2	PROBLEMAS EN LA ESPALDA	DOLORES MUSCULARES	PERILLAS MÁS LARGAS	PERILLAS MÁS LARGAS	EJERCICIO / CONTROL EN EL MOVIMIENTO
2.3	PROBLEMAS EN LA ESPALDA	DOLORES MUSCULARES	PERILLAS MÁS LARGAS	PERILLAS MÁS LARGAS	EJERCICIO / CONTROL EN EL MOVIMIENTO
2.4	PROBLEMAS EN LA ESPALDA	DOLORES MUSCULARES	PERILLAS MÁS LARGAS	PERILLAS MÁS LARGAS	EJERCICIO / CONTROL EN EL MOVIMIENTO
2.5	PROBLEMAS EN LA ESPALDA	DOLORES MUSCULARES	ALGÚN APOYO	ALGÚN APOYO	EJERCICIO / CONTROL EN EL MOVIMIENTO

Cuadro 39 Identificación de factores de bienestar (ver pág. 70)

Con respecto a los factores de bienestar, las actividades y subactividades se evaluaron en función los peligros, los tipos de riesgos que sean posibles. Se intentan evitar mediante el control en el objeto o máquina, el espacio físico y el ser humano, intentando no llegar a que se produzcan incidentes, y en el peor de los casos, accidentes.

6.1.1.1.3.3 FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE IMPACTO AMBIENTAL						
FASE	EMISIÓN DE GASES	CONTROL DE GASES	EMISIÓN DE LÍQUIDOS	CONTROL DE LÍQUIDOS	EMISIÓN DE RESIDUOS	CONTROL DE RESIDUOS
1						
1.1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2						
2.1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2.2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2.4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2.5	N/A	N/A	LOS LÍQUIDOS SON DESECHOS ORGÁNICOS, SE MEZCLAN CON AGUA Y NO SON PERJUDICIALES	N/A	N/A	N/A

Cuadro 40 Identificación de factores de impacto ambiental (ver pág.71)

6.1.1.1.3.4 FACTORES DE APREHENSIÓN

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE APREHENSIÓN				
FASE	FACTORES EMOCIONALES	FACTORES COGNOSCITIVOS	FACTORES INTELECTUALES	FACTORES PSICOFISIOLÓGICOS
1	SENSACIÓN DE QUERER ORINAR	CONOCE EL CUERPO Y SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS	VA A ORINAR Y LE VA A PRODUCIR SATISFACCIÓN	EN ESTE CASO DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.1	EN EL INODORO SE REALIZAN NECESIDADES	CONOCE EL INODORO Y LA FORMA DEL INODORO	VA A ORINAR Y LE VA A PRODUCIR SATISFACCIÓN	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.2	TIENE LA NECESIDAD DE ORINAR	TIENE QUE UBICARSE EN FRENTE	VA A ORINAR Y LE VA A PRODUCIR SATISFACCIÓN	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.3	TIENE QUE LEVANTAR LA TAPA	TIENE QUE LEVANTAR LA TAPA	UN PASO MÁS, SE ACERCA A SU OBJETIVO	INFLUYE LA TAPA
1.4	ESTÁ A PUNTO DE REALIZAR SU NECESIDAD	SI NO SE RETIRA LA ROPA NO PODRÁ ORINAR	ESTÁ CERCA EN EL PROCESO DE ORINAR	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.5	ESTÁ A PUNTO DE REALIZAR SU NECESIDAD	SI NO ENFOCA SE PUEDE ENSUCIAR	VA A TENER UNA SATISFACCIÓN	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.6	SIENTE PLACER	EL ACTO LE PRODUCE SATISFACCIÓN	EL ACTO LE PRODUCE SATISFACCIÓN	EL ACTO LE PRODUCE SATISFACCIÓN
1.7	TIENE QUE CUBRIRSE	CUBRE SU CUERPO	SE SIENTE SEGURO	SE SIENTE SEGURO
2	TIENE QUE QUEDAR LIMPIO	EL AGUA AYUDARÁ CON LA LIMPIEZA DEL INODORO	SE SENTIRÁ SATISFECHO CUANDO HAYA LIMPIADO	LA IDEA DE LIMPIEZA GENERARÁ PLACER
2.1	NECESITA SABER QUE PARA LIMPIAR TIENE QUE BAJAR LA TAPA	DE ALGUNA MANERA TIENEN QUE LIMPIAR	SE SENTIRÁ SATISFECHO CUANDO HAYA LIMPIADO	LA LIMPIEZA GENERARÁ PLACER
2.2	NECESITA SABER PARA QUE ES CADA VALVULA	DE ALGUNA MANERA TIENEN QUE LIMPIAR	LA SATISFACCIÓN HABRÁ AL SABER COMO UTILIZAR	NO PRODUCE PLACER ESTÉTICO
2.3	DE ALGÚN MODO LIMPIARÁ	INDICACIONES Y PRÁCTICA GENERAN CONOCIMIENTO	LA SATISFACCIÓN HABRÁ AL SABER COMO UTILIZAR	NO HAY PLACER ESTÉTICO AL REALIZAR LA ACCIÓN
2.4	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	LLEGA A SU LÍMITE EL INGRESO DE PRESIÓN	N/A
2.5	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	LLEGA A SU LÍMITE EL INGRESO DE PRESIÓN	N/A

Cuadro 41 Identificación de factores de aprehensión (ver pág. 71)

Se evaluaron cada una de las actividades y subactividades en función de factores emocionales, cognoscitivos, intelectuales y psicofisiológicos

6.1.1.1.3.5 FACTORES SOCIOCULTURALES

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES SOCIOCULTURALES			
CARACTERÍSTICAS	SER HUMANO	OBJETO O MÁQUINA	ESPACIO FÍSICO
FILOSÓFICAS	N/A	N//A	N/A
SEMÁNTICAS	N/A	TIENE EL CONTEXTO DE INODORO	TIENE EL CONTEXTO DE BAÑO
FOLKLÓRICAS	N/A	TRADICIÓN DEL INODORO QUE CONOCEMOS	TRADICIÓN DEL BAÑO Y SU FUNCIÓN
RELIGIOSAS	N/A	N/A	N/A
POLÍTICAS	N/A	N/A	N/A

Cuadro 42 Identificación de factores socioculturales

Los factores socioculturales nos permiten identificar tanto las características filosóficas, semánticas, folklóricas, religiosas y políticas por cada uno de los elementos del Sistema Ergonómico (SE).

6.1.1.1.3.6 FACTORES DE MANTENIMIENTO

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE MANTENIMIENTO		
	OBSERVACIONES	SOLUCIONES
SER HUMANO	N/A	N/A
OBJETO O MÁQUINA	TOMAR EN CUENTA LAS VÁLVULAS PARA LAS DISTINTAS ACCIONES VÁLVULAS Y EMPAQUES	TIENEN QUE SER DE UN MATERIAL RESISTENTE MATERIAL RESISTENTE PARA UN MEJOR FUNCIONAMIENTO
ESPACIO FÍSICO	N/A	N/A
ENTORNO	N/A	N/A

Cuadro 43 Identificación de factores de mantenimiento (ver pág. 74)

Los factores de mantenimiento nos permiten identificar las observaciones, en este caso, que se dan en el objeto o máquina.

6.1.1.1.4 Índices Ergonómicos (IE)

6.1.1.1.4.1 ÍNDICES MORFOLÓGICOS

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES MORFOLÓGICOS				
FASE	ESCALA DE LA FORMA DEL OBJETO O MÁQUINA	TIPO DE FORMA DEL OBJETO O MÁQUINA	ESCALA DE LA FORMA DEL ESPACIO FÍSICO	TIPO DE FORMA DEL ESPACIO FÍSICO
1	No. 2	FORMAS CURVAS Y RECTAS COMO UN INODORO	No. 3	FORMA DE UN PRISMA IRREGULAR
2	No. 2	FORMAS CURVAS Y RECTAS COMO UN INODORO	No. 3	FORMA DE UN PRISMA IRREGULAR

Cuadro 44 Identificación de índices morfológicos (ver pág. 75)

La forma del objeto y del espacio físico es identificada en esta ocasión en función de la escala de cada una.

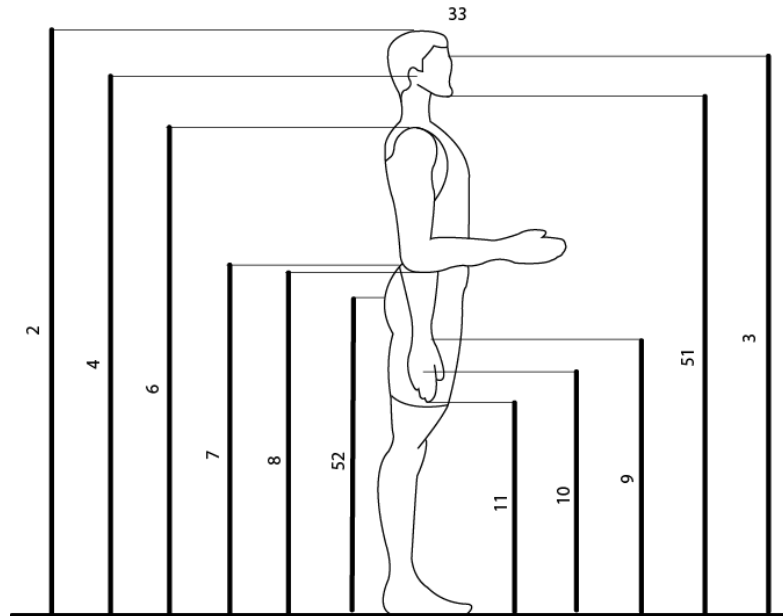


Ilustración 1 Medidas antropométricas en posición de pie Sexo masculino 18 a 65 años (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001, pág. 87)

18 – 65 AÑOS POSICIÓN DE PIE						
			PERCENTILES			
		%	D.E.	5	50	95
1	PESO (KG)	73	12.3	55.3	72.1	97.3
2	ESTATURA	1675	62.8	1576	16.7	1780
3	ALTURA OJOS	1550	61.8	1447	1546	1651
4	ALTURA OÍDO	1538	63.7	1439	1534	1635
51	ALTURA MENTÓN	1442	61.2	1337	1440	1544
6	ALTURA HOMBRO	1380	58.5	1281	1377	1477
7	ALTURA CODO	1068	55	988	1065	1145
8	ALTURA CODO FLEXIONADO	969	40.8	906	969	1046
52	ALTURA TRACÁNTER MAY.	873	44.6	810	872	940
9	ALTURA MUÑECA	825	39.5	757	822	919
10	ALTURA NUDILLO	740	43.6	680	740	800
11	ALTURA DEDO MEDIO	639	35.3	584	638	697
33	DIÁMTERO A-P CABEZA	198	8.98	182	194	205

Cuadro 45 Medidas antropométricas en posición de pie Sexo masculino 18 a 65 años (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001, pág. 87)

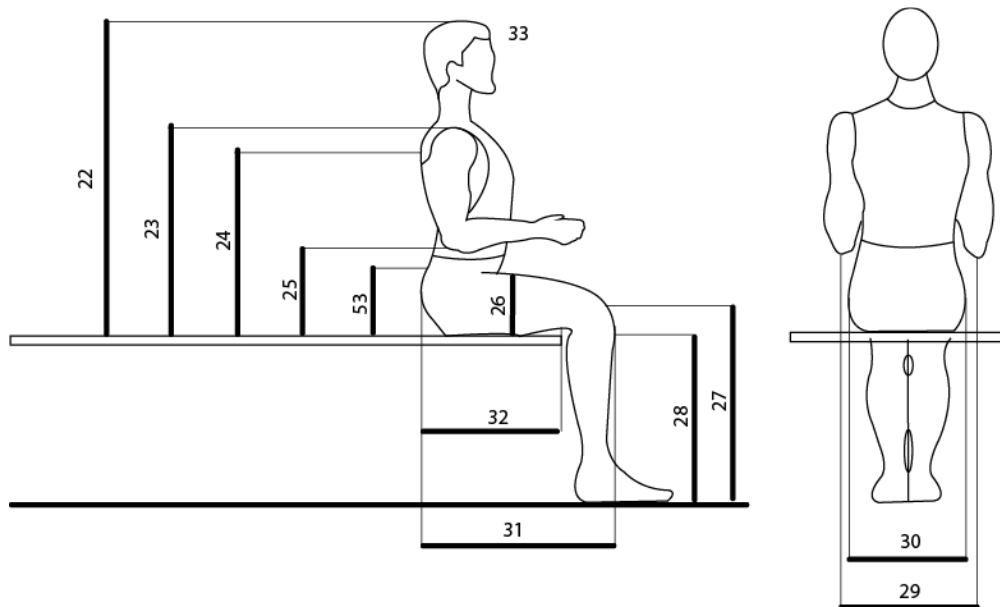


Ilustración 2 Medidas antropométricas en posición sentado Sexo masculino 18 a 65 años (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001, pág. 89)

18 - 65 AÑOS POSICIÓN SENTADO						
				PERCENTILES		
		%	D.E.	5	50	95
22	ALTURA NORMAL SENTADO	876	31.2	825	877	927
23	ALTURA HOMBRO SENTADO	581	27.6	535	582	638
24	ALTURA HOMÓPLATO	442	27.7	396	443	486
25	ALTURA CODO SENTADO	246	28.4	201	245	290
53	ALTURA CRESTA ALÍACA	195	19.2	158	198	223
26	ALTURA MAX. MUSLO	152	18.1	127	150	178
27	ALTURA RODILLA	513	25.8	473	512	556
28	ALTURA POPÍTLEA	412	25.7	374	412	453
29	ANCHURA CODOS	531	54.9	443	529	620
30	ANCHURA CADERA SENTADO	374	31.3	328	372	423
31	LONGITUD NALGA RODILLA	583	33.4	537	582	640
32	LONGITUD NALGA POPÍTLEO	476	28.9	432	475	526
33	DIÁMETRO A - P CARA	222	8.27	207	222	235
14	ANCHURA MÁX. CUERPO	523	41.34	455	520	596

Cuadro 46 Medidas antropométricas en posición sentado Sexo masculino 18 a 65 años (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001, pág. 89)

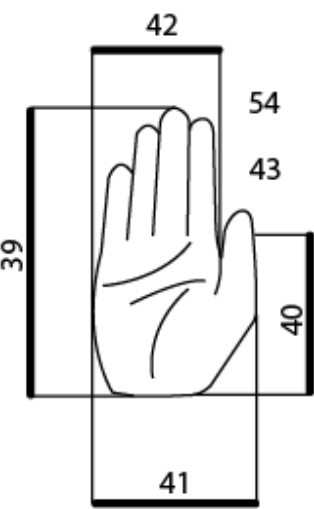


Ilustración 3 Medidas antropométricas de la mano Sexo masculino 18 a 65 años (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001, pág. 90)

18 - 65 AÑOS MANO						
			PERCENTILES			
		%	D.E.	5	50	95
39	LONGITUD MANO	171	8.28	158	170	185
40	LONGITUD PALMA MANO	97	4.77	90	97	105
41	ANCHURA MANO	93	6.83	83	92	103
42	ANCHURA PALMA MANO	76	3.56	71	76	82
43	DIÁMETRO EMPUÑADURA	44	3.63	39	45	50
54	ESPESOR MANO	29	3.17	24	30	35

Cuadro 47 Medidas antropométricas de la mano Sexo masculino 18 a 65 años (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001, pág. 90)

6.1.1.1.4.2 ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS			
FASE	TIPO DE MEDIDA NECESARIA	PRINCIPIO ANTROPOMÉTRICO	MEDIDA ÓPTIMA A TOMAR EN CUENTA EN MILIMETROS
1			
1.1	N/A	N/A	N/A
1.2	ALTURA OJOS	EXTREMOS / 95	1651
1.3	ESPESOR PALMA MANO	EXTREMOS / 5	23
1.4	N/A	N/A	N/A
1.5	N/A	N/A	N/A
1.6	ALTURA TROCANTER MÁYOR	EXTREMOS / 95	940
1.7	N/A	N/A	N/A
2			
2.1	ALTURA OJOS	EXTREMOS / 95	1651
2.2	ALTURA MUÑECA	EXTREMOS / 95	919
2.3	DIÁMETRO EMPUÑADURA	EXTREMOS / 5	39
2.4	ESPESOR MANO	EXTREMOS / 95	35
2.5	DIÁMETRO EMPUÑADURA	EXTREMOS / 5	39

Cuadro 48 Identificación de Índices antropométricos (ver pág. 76)

El tipo de medida necesaria es evaluada por cada una de las actividades y subactividades, dando como resultado el principio antropométrico a utilizar y la medida óptima a tomar en cuenta en milímetros. Cabe recalcar que en el Sistema Ergonómico del cual realizamos la evaluación para el proceso de diseño o rediseño, las tablas a utilizar se encuentran en el libro “Dimensión antropométrica de población latinoamericana” (Ávila, Prado, Gonzalez, 2001).

6.1.1.1.4.3 ÍNDICES BIOMECÁNICOS

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES BIOMECÁNICOS			
FASE	SISTEMAS INVOLUCRADOS	POSIBLES FALLAS	GASTO ENERGÉTICO
1	MUSCULO-ESQUELÉTICO	DESCONTROL DE MÚSCULOS	>0.8 KCAL/MIN. TRABAJO (MÍNIMO DURANTE UN CORTO TIEMPO)
2	MUSCULO-ESQUELÉTICO	DESCONTROL EN LOS MÚSCULOS	>0.8 KCAL/MIN. TRABAJO (MÍNIMO DURANTE UN CORTO TIEMPO)
	RESPIRATORIO	N/A	
	CARDIOVASCULAR	N/A	

Cuadro 49 Identificación de índices biomecánicos (ver pág. 80)

En cuanto a los índices biomecánicos el gasto energético se encuentra dentro de los parámetros normales.

6.1.1.1.4.4 ÍNDICES SENSORIALES

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES SENSORIALES				
FASE	APREMIO DE TIEMPO	COMPLEJIDAD - RAPIDEZ	ATENCIÓN	MINUCIOSIDAD
1				
1.1	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1.3	N/A	N/A	N/A	N/A
1.4	N/A	N/A	N/A	N/A
1.5	N/A	N/A	N/A	N/A
1.6	N/A	N/A	ALTA	N/A
1.7	N/A	N/A	N/A	N/A
2				
2.1	N/A	N/A	N/A	N/A
2.2	N/A	N/A	ALTA	EL MOMENTO DE BOMBEAR EL TANQUE LLEGA A UN PUNTO EN EL QUE LA PRESIÓN LLEGA A SU LÍMITE NECESARIO
2.3	N/A	ALTA	ALTA	EL MOMENTO DE BOMBEAR EL TANQUE LLEGA A UN PUNTO QUE LA PRESIÓN LLEGA A SU LÍMITE NECESARIO
2.4	N/A	N/A	ALTA	EL MOMENTO DE BOMBEAR EL TANQUE LLEGA A UN PUNTO EN EL QUE LA PRESIÓN LLEGA A SU LÍMITE NECESARIO
2.5	N/A	ALTA	ALTA	EL MOMENTO DE ACTIVAR LA VÁLVULA LLEGA A UN LÍMITE DE TOPE

Cuadro 50 Identificación de Índices sensoriales (ver pág. 85)

Los Índices sensoriales tienen una calificación alta en la segunda fase o actividad con respecto a la atención por parte del ser humano al realizar cada una de las subactividades.

6.1.1.1.4.5 ÍNDICES COGNITIVOS

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES COGNITIVOS			
SER HUMANO			
FASE	INTERPRETACIÓN	ASIMILACIÓN	CAPACIDAD DE RESPUESTA
1			
1.1	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.2	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.3	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.4	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.5	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.6	REALIZA LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.7	TERMINA LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
2			
2.1	VA A REALIZAR LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.2	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.3	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.4	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.5	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA

Cuadro 51 Identificación de Índices cognitivos (ver pág. 86)

La capacidad de respuesta y la asimilación en base a la interpretación, en este caso, de la segunda actividad se ve comprometida al tener calificaciones bajas.

6.1.1.1.4.6 ÍNDICES AMBIENTALES

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES AMBIENTALES			
SER HUMANO			
FASE	TÉRMICO	ACUSTICO	VISIÓN E ILUMINACIÓN
1			
1.1	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
1.2	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
1.3	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
1.4	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
1.5	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
1.6	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
1.7	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
2			LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
2.1	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
2.2	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
2.3	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
2.4	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA
2.5	N/A	N/A	LA ILUMINACIÓN TIENE QUE SER LA ADECUADA

Cuadro 52 Identificación de Índices ambientales

La iluminación es un punto fundamental en cuanto al desarrollo correcto de las actividades. La iluminación tiene que ser corregida en el diseño del espacio físico, es decir, en el habitáculo. En cuanto a índices térmicos, dependen de la vestimenta y el clima en el cual se desarrollan las actividades del SE, mismos que son puntos independientes del diseño del inodoro pero que caben nombrarlos.

6.1.2 Análisis, definición y aplicación

FACTORES E ÍNDICES DETERMINANTES														
		CANTIDAD DE SUB ACTIVIDADES	FAE						IAE					
			USABILIDAD	BIENESTAR	IMPACTO AMBIENTAL	APREHENSIÓN	SOCIOCULTURAL	MANTENIMIENTO	MORFOLÓGICOS	ANTROPOMÉTRICOS	BIOMECÁNICOS	SENSORIALES	COGNITIVOS	AMBIENTALES
ACTIVIDADES	INCIDENCIA SOBRE LAS SUB CTIVIDADES													
	1.1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	1.2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	1.3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	1.4	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	1.5	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	1.6	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	1.7	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	2.1	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	2.2	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	2.3	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	2.4	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	2.5	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	2.6	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	2.7	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	2.8	1	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1
	TOTAL	15	31	15	15	31	45	31	31	31	15	31	31	15
	VALORACIÓN = PROMEDIO DEL TOTAL DE PUNTOS DIVIDIDO POR EL NUMERO TOTAL DE SUB ACTIVIDADES													
			2	1	1	2	3	2	2	2	1	2	2	1
	INCIDENCIA													
	DETERMINANTE	<1.5												
	RELEVANTE	>1.5												

Cuadro 53 Identificación de factores e índices determinantes

La valoración de los Factores e Índices determinantes diferencian a los determinantes de los relevantes. En este SE los siguientes Factores Ergonómicos e Índices Ergonómicos son los que se tienen que tomar en cuenta el momento del diseño o rediseño en función de cada una de las actividades y subactividades:

1. Factores:

- Usabilidad
- Aprehensión
- Socioculturales
- Mantenimiento

2. Índices:

- Morfológicos
- Antropométricos
- Sensoriales
- Cognitivos

6.1.3 Retroalimentación

En función de los resultados obtenidos en el cuadro de determinación de factores e índices ergonómicos determinantes están:

- Factores de usabilidad
- Factores de aprehensión
- Factores de mantenimiento
- Índices morfológicos
- Índices sensoriales
- Índices cognitivos

En función de estos factores e índices determinantes, se realiza una investigación más profunda si fuera el caso, ó con la información suministrada anteriormente, se desarrolla el proceso de diseño en función de cada una de las subactividades, los factores e índices ergonómicos.

A continuación se presentan los cuadros de dichos factores e índices que están sombreados, para ser tomados en cuenta con mayor énfasis el momento del diseño o rediseño:

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DENTRO DEL SE			
FASE	TIPO DE INTERACCIÓN	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CONOCIMIENTO ESPECÍFICO
1	SER HUMANO – OBJETO – ESPACIO FÍSICO	EL SER HUMANO NECESITA REALIZAR SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS EN EL HABITÁCULO	EL SER HUMANO ES DE SEXO MASCULINO Y NECESITA REALIZAR SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS MEDIANTE LA ORINA
1.1	SER HUMANO – ESPACIO FÍSICO	EL SER HUMANO ENTRA AL ESPACIO FÍSICO DENOMINADO COMO “BAÑO”	EL MOMENTO DE ENTRAR VISUALIZA EL ESPACIO FÍSICO DONDE SE ENCUENTRA EL INODORO Y SUS ELEMENTOS
1.2	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO SE UBICA FRENTE AL INODORO	SE UBICA FRENTE AL INODORO EL (EL INODORO SE ENCUENTRA UBICADO EN LA PARTE INFERIOR EMPOTRADO AL PISO)
1.3	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO LEVANTA LA TAPA	MEDIANTE UN MOVIMIENTO AGACHÁNDOSE AL INCLINAR SU ESPALDA UTILIZA CUALQUIERA DE SUS MANOS PARA LEVANTAR LA TAPA PLÁSTICA
1.4	SER HUMANO	EL SER HUMANO DESNUDA LA PARTE DE SU CUERPO CON LA QUE VA A REALIZAR SU NECESIDAD	MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE SUS MANOS RETIRA LA ROPA DE LA PARTE DE SU CUERPO CON LA QUE VA A REALIZAR SU NECESIDAD
1.5	SER HUMANO – OBJETO	EL SER HUMANO SE ENFOCA NUEVAMENTE EN EL INODORO	VISUALIZA EL INODORO AGACHANDO LA CABEZA
1.6	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO REALIZA LA ACTIVIDAD DE ORINAR	ORINA PROCURANDO ENFOCARSE MEDIANTE LA VISTA DIRIGIDA AL INODORO Y MEDIANTE EL TACTO LA PARTE DE SU CUERPO HASTA FINALIZAR
1.7	SER HUMANO	EL SER HUMANO CUBRE SU CUERPO	UTILIZA SUS MANOS PARA CUBRIR SU CUERPO
2	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO TIENE QUE PROCEDER CON LA LIMPIEZA DEL INODORO	TIENE QUE REALIZAR LA ACCIÓN DE LIMPIEZA PARA QUE EL INODORO NO TENGA RESIDUOS DE ORINA
2.1	SER HUMANO - OBJETO	BAJA LA TAPA PLÁSTICA	MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE SUS MANOS Y AGACHANDO SU ESPALDA BAJA LA TAPA
2.2	SER HUMANO - OBJETO	EL SER HUMANO VISUALIZA LAS VÁLVULAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE POSTERIOR DEL INODORO	CON SU VISTA Y AGACHANDO LIGERAMENTE LA CABEZA LOGRA VER TRES PERILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE POSTERIOR DEL INODORO
2.3	SER HUMANO - OBJETO	EN LA BOMBA 1 ACCIONA LA PERILLA DE BOMBEO DE AGUA HACIA LA BOMBA 2	UNA VEZ AGACHADO MEDIANTE EL MOVIMIENTO DE SU BRAZO DE ARRIBA HACIA ABAJO SUJETANDO LA PERILLA BOMBEA AGUA DESDE UN TANQUE EN EL EXTERIOR HACIA LA BOMBA 2
2.4	SER HUMANO OBJETO	REALIZA LA ACTIVIDAD DE INTRODUCIR AIRE A LA BOMBA 2	MEDIANTE EL MOVIMIENTO DE SU BRAZO DE ARRIBA HACIA ABAJO SUJETANDO LA SIGUIENTE PERILLA BOMBEA AIRE AL TANQUE PARA QUE LA PRESIÓN DE ESTE AUMENTE.
2.5	SER HUMANO - OBJETO	REALIZA LA ACTIVIDAD DE ACTIVAR LA VÁLVULA	AGACHÁNDOSE ACTIVA LA VÁLVULA PARA QUE LIMPIE EL INODORO Y VERIFICA QUE SE LIMPIE

Cuadro 54 Resultado de la identificación de actividades determinantes en función de las subactividades

En función de los resultados obtenidos en el cuadro de identificación de Factores e Índices ergonómicos determinantes, se descarta la actividad 1 y sus subactividades en el presente análisis. En cuanto a la actividad 2 y sus subactividades son aquellas que son determinantes. A continuación se presentarán en función de cada Factor Ergonómico (FE) e Índice Ergonómico (IE) determinante las actividades y subactividades para que la persona encargada del diseño o rediseño del producto tome en cuenta para la realización de una nueva propuesta.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE USABILIDAD POR CADA ACTIVIDAD		
FASE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	NIVEL DE USABILIDAD
1	EL SER HUMANO NECESITA REALIZAR SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS DENTRO DEL HABITÁCULO DESPUÉS DE UNA CATÁSTROFE NATURAL.	
1.1	EL SER HUMANO ENTRA AL ESPACIO FÍSICO DENOMINADO COMO “BAÑO”	BAJO
1.2	EL SER HUMANO SE UBICA FRENTE AL INODORO	BAJO
1.3	EL SER HUMANO LEVANTA LA TAPA	BAJO
1.4	EL SER HUMANO DESNUDA LA PARTE DE SU CUERPO CON LA QUE VA A REALIZAR SU NECESIDAD	BAJO
1.5	EL SER HUMANO SE ENFOCA NUEVAMENTE EN EL INODORO	BAJO
1.6	EL SER HUMANO REALIZA LA ACTIVIDAD DE ORINAR	BAJO
1.7	EL SER HUMANO CUBRE LA PARTE DE SU CUERPO QUE SE ENCONTRABA DESNUDA	BAJO
2	EL SER HUMANO TIENE QUE PROCEDER CON LA LIMPIEZA DEL INODORO	
2.1	BAJA LA TAPA PLÁSTICA	ALTO
2.2	EL SER HUMANO VISUALIZA LAS TRES PERILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE POSTERIOR DEL INODORO	ALTO
2.3	EN LA BOMBA 1 ACCIONA LA PERILLA DE BOMBEO DE AGUA HACIA LA BOMBA 2	ALTO
2.4	REALIZA LA ACTIVIDAD DE INTRODUCIR AIRE A LA BOMBA 2	ALTO
2.5	REALIZA LA ACTIVIDAD DE ACTIVAR LA VÁLVULA	ALTO

Cuadro 55 Resultado de la identificación de usabilidad por cada actividad determinante en función de las subactividades

El nivel de usabilidad es alto en la segunda fase, esto quiere decir que el ser humano tiene problemas con la usabilidad de la actividad en la que el ser humano procede con la limpieza del inodoro. Hay dificultad para saber cómo se utilizan cada una de las bombas, el orden que debe seguir para poder realizar la limpieza. El diseñador tiene que tomar en cuenta la posibilidad de rediseñar el sistema de limpieza del inodoro incluyendo sus elementos ó, si

fuera necesaria la utilización de un manual en el cual se explique el funcionamiento de la limpieza del inodoro.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE APREHENSIÓN				
FASE	FACTORES EMOCIONALES	FACTORES COGNOSCITIVOS	FACTORES INTELECTUALES	FACTORES PSICOFISIOLÓGICOS
1	SENSACIÓN DE QUERER ORINAR	CONOCE EL CUERPO Y SUS NECESIDADES BIOLÓGICAS	VA A ORINAR Y LE VA A PRODUCIR SATISFACCIÓN	EN ESTE CASO DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.1	EN EL INODORO SE REALIZAN NECESIDADES	CONOCE EL INODORO Y LA FORMA DEL INODORO	VA A ORINAR Y LE VA A PRODUCIR SATISFACCIÓN	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.2	TIENE LA NECESIDAD DE ORINAR	TIENE QUE UBICARSE EN FRENTE	VA A ORINAR Y LE VA A PRODUCIR SATISFACCIÓN	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.3	TIENE QUE LEVANTAR LA TAPA	TIENE QUE LEVANTAR LA TAPA	UN PASO MÁS, SE ACERCA A SU OBJETIVO	INFLUYE LA TAPA
1.4	ESTÁ A PUNTO DE REALIZAR SU NECESIDAD	SI NO SE RETIRA LA ROPA NO PODRÁ ORINAR	ESTÁ CERCA EN EL PROCESO DE ORINAR	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.5	ESTÁ A PUNTO DE REALIZAR SU NECESIDAD	SI NO ENFOCA SE PUEDE ENSUCIAR	VA A TENER UNA SATISFACCIÓN	DEPENDEN DEL DISEÑO DEL INODORO
1.6	SIENTE PLACER	EL ACTO LE PRODUCE SATISFACCIÓN	EL ACTO LE PRODUCE SATISFACCIÓN	EL ACTO LE PRODUCE SATISFACCIÓN
1.7	TIENE QUE CUBRIRSE	CUBRE SU CUERPO	SE SIENTE SEGURO	SE SIENTE SEGURO
2	TIENE QUE QUEDAR LIMPIO	EL AGUA AYUDARÁ CON LA LIMPIEZA DEL INODORO	SE SENTIRÁ SATISFECHO CUANDO HAYA LIMPIADO	LA IDEA DE LIMPIEZA GENERARÁ PLACER
2.1	NECESITA SABER QUE PARA LIMPIAR TIENE QUE BAJAR LA TAPA	DE ALGUNA MANERA TIENEN QUE LIMPIAR	SE SENTIRÁ SATISFECHO CUANDO HAYA LIMPIADO	LA LIMPIEZA GENERARÁ PLACER
2.2	NECESITA SABER PARA QUE ES CADA VALVULA	DE ALGUNA MANERA TIENEN QUE LIMPIAR	LA SATISFACCIÓN HABRÁ AL SABER COMO UTILIZAR	NO PRODUCE PLACER ESTÉTICO
2.3	DE ALGÚN MODO LIMPIARÁ	INDICACIONES Y PRÁCTICA GENERAN CONOCIMIENTO	LA SATISFACCIÓN HABRÁ AL SABER COMO UTILIZAR	NO HAY PLACER ESTÉTICO AL REALIZAR LA ACCIÓN
2.4	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	LLEGA A SU LÍMITE EL INGRESO DE PRESIÓN	N/A
2.5	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	EL TOPE NO GENERA MÁS PRESIÓN	LLEGA A SU LÍMITE EL INGRESO DE PRESIÓN	N/A

Cuadro 56 Resultados de la identificación de los factores de aprehensión determinantes en función de las subactividades

Los factores de aprehensión son determinantes en la segunda actividad, debido a la dificultad de cómo se utiliza el inodoro para realizar su limpieza.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE MANTENIMIENTO		
	OBSERVACIONES	SOLUCIONES
SER HUMANO	N/A	N/A
OBJETO O MÁQUINA	TOMAR EN CUENTA LAS VÁLVULAS PARA LAS DISTINTAS ACCIONES VÁLVULAS Y EMPAQUES	TIENEN QUE SER DE UN MATERIAL RESISTENTE MATERIAL RESISTENTE PARA UN MEJOR FUNCIONAMIENTO
ESPACIO FÍSICO	N/A	N/A
ENTORNO	N/A	N/A

Cuadro 57 Resultados de la identificación de factores de mantenimiento determinantes

El inodoro es el elemento del Sistema Ergonómico que presenta observaciones en cuanto a los factores de mantenimiento. Tomar en cuenta las soluciones para el mejor funcionamiento del inodoro tanto bombas, válvulas y empaques para el desarrollo correcto de las distintas acciones.

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES MORFOLÓGICOS				
FASE	ESCALA DE LA FORMA DEL OBJETO O MÁQUINA	TIPO DE FORMA DEL OBJETO O MÁQUINA	ESCALA DE LA FORMA DEL ESPACIO FÍSICO	TIPO DE FORMA DEL ESPACIO FÍSICO
1	No. 2	FORMAS CURVAS Y RECTAS COMO UN INODORO	No. 3	FORMA DE UN PRISMA IRREGULAR
2	No. 2	FORMAS CURVAS Y RECTAS COMO UN INODORO	No. 3	FORMA DE UN PRISMA IRREGULAR

Cuadro 58 Resultados de la identificación de índices morfológicos determinantes

Las formas que se presentan en el diseño del inodoro son similares a las de un inodoro tradicional. Hay que tomar en cuenta las formas de cada elemento que constituyen el inodoro para el desarrollo de la actividad en la que se realiza la limpieza del inodoro.

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS			
FASE	TIPO DE MEDIDA NECESARIA	PRINCIPIO ANTROPOMÉTRICO	MEDIDA ÓPTIMA A TOMAR EN CUENTA EN MILIMETROS
1			
1.1	N/A	N/A	N/A
1.2	ALTURA OJOS	EXTREMOS / 95	1651
1.3	ESPESOR PALMA MANO	EXTREMOS / 5	23
1.4	N/A	N/A	N/A
1.5	N/A	N/A	N/A
1.6	ALTURA TROCANTER MÁYOR	EXTREMOS / 95	940
1.7	N/A	N/A	N/A
2			
2.1	ALTURA OJOS	EXTREMOS / 95	1651
2.2	ALTURA MUÑECA	EXTREMOS / 95	919
2.3	DIÁMETRO EMPUÑADURA	EXTREMOS / 5	39
2.4	ESPESOR MANO	EXTREMOS / 95	35
2.5	DIÁMETRO EMPUÑADURA	EXTREMOS / 5	39

Cuadro 59 Resultados de la identificación de índices antropométricos determinantes en función de las subactividades

Los índices antropométricos se representan en la tabla anterior, resaltando la actividad 2 y cada una de sus subactividades, sobre las cuales se indica el principio antropométrico, su percentil y la medida óptima a tomar en cuenta.

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES SENSORIALES				
FASE	APREMIO DE TIEMPO	COMPLEJIDAD - RAPIDEZ	ATENCIÓN	MINUCIOSIDAD
1				
1.1	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2	N/A	N/A	N/A	N/A
1.3	N/A	N/A	N/A	N/A
1.4	N/A	N/A	N/A	N/A
1.5	N/A	N/A	N/A	N/A
1.6	N/A	N/A	ALTA	N/A
1.7	N/A	N/A	N/A	N/A
2				
2.1	N/A	N/A	N/A	N/A
2.2	N/A	N/A	ALTA	EL MOMENTO DE BOMBLEAR EL TANQUE LLEGA A UN PUNTO EN EL QUE LA PRESIÓN LLEGA A SU LÍMITE NECESARIO
2.3	N/A	ALTA	ALTA	EL MOMENTO DE BOMBLEAR EL TANQUE LLEGA A UN PUNTO QUE LA PRESIÓN LLEGA A SU LÍMITE NECESARIO
2.4	N/A	N/A	ALTA	EL MOMENTO DE BOMBLEAR EL TANQUE LLEGA A UN PUNTO EN EL QUE LA PRESIÓN LLEGA A SU LÍMITE NECESARIO
2.5	N/A	ALTA	ALTA	EL MOMENTO DE ACTIVAR LA VÁLVULA LLEGA A UN LÍMITE DE TOPE

Cuadro 60 Resultados de la identificación de índices sensoriales determinantes en función de las subactividades

La atención tiene que ser alta para el correcto desarrollo de las subactividades de la actividad 2 con respecto a los índices sensoriales. En cuanto a la complejidad y rapidez que presenta la utilización del inodoro son determinantes las subactividades 2 y 4.

IDENTIFICACIÓN DE ÍNDICES COGNITIVOS			
SER HUMANO			
FASE	INTERPRETACIÓN	ASIMILACIÓN	CAPACIDAD DE RESPUESTA
1			
1.1	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.2	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.3	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.4	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.5	VA A REALIZAR LA NECESIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.6	REALIZA LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
1.7	TERMINA LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA	ALTA	ALTA
2			
2.1	VA A REALIZAR LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.2	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.3	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.4	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA
2.5	REALIZA LA ACTIVIDAD DE LIMPIAR EL INODORO	BAJA	BAJA

Cuadro 61 Identificación de índices cognitivos determinantes en función de las subactividades

La asimilación y la capacidad de respuesta por parte del ser humano en la actividad 2 es baja, por lo que hay que tener mayor énfasis en dicha actividad y cada una de sus subactividades.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones generales

- El desarrollo de la presente metodología para la evaluación ergonómica en el proceso de desarrollo de productos, procura ser una guía para el campo académico y profesional del diseño.
- El diseño abarca muchas posibilidades, y en nuestro medio, por falta de bibliografía e investigación, es complicado concebir el diseño.
- Esta metodología, apropia y contextualiza métodos, técnicas y procedimientos de la ergonomía de concepción, y la centralización en el diseño centrado en el usuario con base en la ergonomía desde la perspectiva sistémica, generando una metodología propia para el contexto ecuatoriano.
- Los conocimientos sobre teoría del diseño en el país en especial sobre ergonomía, son escasos para el desarrollo de productos tanto en niveles académicos como profesionales, por lo que se ha adoptado teorías a nivel latinoamericano, de países como Colombia, México, entre otros.
- “El diseño es una actividad que se relaciona con las nociones de creatividad, fantasía, inventiva e innovación técnica. Entre el público predomina a menudo la idea de que el proceso de diseño, tanto tradicional como experimental está subordinado al talento creativo del artista” (BURDEK, 2005, pág. 117) . Es de suma importancia indicar que el diseño sin producto no existiría, y es que el diseño va más allá del proceso de concepción, el diseño tiene que ser integral, es decir, que se debe considerar dos ciclos: el ciclo de desarrollo del producto y el ciclo de vida del mismo. Ambos ciclos tienen que estar relacionados con la idea de concebir, fabricar, comercializar, usar y desechar productos. El Diseño debe tener el dinamismo y desarrollo de la innovación técnica para trabajar de la mano con el campo de la Ergonomía, todo producto que de alguna u otra forma tiene relación con el ser humano, implica el uso de la ergonomía, de igual manera los ambientes en los que se desarrolla la vida cotidiana del ser humano y las relaciones que se generan con respecto al producto, genera diferentes estados anímicos como: satisfacción, insatisfacción, comodidad, incomodidad, ansiedad, y algunas veces dolor.

7.2 Conclusiones sobre el modelo de “Ergonomía de Concepción”

- La metodología propuesta por Saravia tiene la carencia de las herramientas necesarias para poder delimitar tanto los FAE como los IAE, así como una base metodológica para la interpretación de los resultados de las matrices, debido a que hay muchas posibilidades que no permiten ser más objetivo.
- La ergonomía es considerada como una técnica aplicada y no como una ciencia debido a que no hay actualmente un cuerpo teórico que la defina completamente.
- Anteriormente se consideraba que la ergonomía era un valor agregado de los productos y que el usuario tenía la posibilidad de adquirir aquellos clasificados como normales, o bien invertir en los ergonómicos, si pagaba el sobre costo de lo que se entendía como un mayor grado de comodidad, tendencia que en la actualidad aún puede observarse. El diseño ergonómico permite realizar, facilitar, permitir u optimizar una actividad o función determinada (SARAVIA, 2006, pág. 15), es por esto que la ergonomía pretende concientizar al diseñador industrial de la importancia de considerar los factores humanos cuando diseña los objetos que el hombre usa (LAZO, 1990, pág. 81). Actualmente, el hombre piensa que el ambiente de trabajo es aquel que debe adaptarse al hombre y no a la viceversa, y es que la ergonomía esté enfocada a la optimización de la eficiencia de la acción humana.

7.3 Conclusiones sobre el modelo para el desarrollo de productos en base al modelo de “Ergonomía de Concepción”

- El uso del modelo para el desarrollo de productos con base al modelo de ergonomía de concepción, permite la utilización de métodos y modelos para profundizar el desarrollo del Diseño de Productos en el Ecuador.
- El aporte del modelo es la posibilidad de incorporar conocimientos para el desarrollo de productos con base en factores e índices ergonómicos, el diseño centrado en el usuario desde la visión sistémica mediante la proporción de la herramienta para el análisis y aplicación estableciendo especificaciones, requisitos, requerimientos y atributos de productos en el campo del diseño.
- El modelo proporciona las herramientas necesarias tanto para la aplicación de datos relacionados con el usuario, como de análisis, para que mediante tablas de

resultados se establezcan especificaciones, requisitos, requerimientos y atributos, del producto que se evalúe.

- El modelo para el desarrollo de productos en base a la ergonomía de concepción, permite identificar posibles fallas para el usuario durante el proceso del diseño del producto.
- **7.4 Conclusiones generadas después de la aplicación del modelo al inodoro para viviendas emergentes**
 - Este modelo puede ser considerado como una herramienta para ser complementada mediante el análisis de la misma con modelos utilizados para el desarrollo de productos y la gestión de calidad de los mismos como el modelo de Kano, la Casa de la calidad, etc.
 - El modelo puede ser considerado para profesionales que realicen consultorías, esto se realiza en empresas cuyo tamaño es mucho mayor al de las pequeñas y medianas empresas, debido a que en el contexto local, tanto pequeñas y medianas empresas no tienen los recursos necesarios, por consiguiente consideran este tema de mínima importancia.
 - El momento de investigar acerca de los Factores Ergonómicos (FE) y de los Índices Ergonómicos (IE), se pueden utilizar los mismos u otros métodos de recopilación de información. Las tablas anteriores se encuentran resaltadas en aquellas fases en función de las sub actividades, los índices y factores ergonómicos, siendo estas las actividades cuyos factores e índices necesitan ser tomados en cuenta por parte de quién realice el diseño o rediseño del producto.
 - La aplicación del modelo se realizó en base a tablas ergonómicas de la población latinoamericana por falta de tablas ergonómicas de la población local.
 - El producto evaluado, en este caso el inodoro para viviendas emergentes, proporcionó la información necesaria al realizar la recolección de datos con el modelo en físico. El inodoro no presentó la necesidad de realizar pruebas de elementos finitos mediante software debido a sus materiales y formas que lo componían.

7.3 Recomendaciones

- El gobierno ecuatoriano debería enfocarse en la ergonomía de una manera ordenada no solo en el trabajo, sino que también en los productos de producción nacional.
- Para mayor facilidad para las personas que utilicen esta metodología, sería pertinente la utilización de un software, el cual permita el ingreso de los datos necesarios para obtener los resultados de una manera más rápida, es decir omitir la utilización de cuadros y tablas en físico, para tener una propuesta de manera digital.
- El modelo se utiliza con la premisa de tener un modelo físico o virtual, es decir, que el estudiante o profesional debe realizar el análisis en base al modelo físico del cual pueda tener información para poder adquirir información. Por otra parte en el caso de que no sea un modelo físico, tiene que utilizar el modelo en base a fotografías o planos para realizar el análisis.
- Las tablas antropométricas deberían ser de la población ecuatoriana, pero por la ausencia de estas, lo recomendable es basarse en tablas ya existentes. Lo óptimo sería que al no tener tablas antropométricas de la población local, tener los aparatos para las distintas mediciones del cuerpo humano, ya sean estos calibradores, cintas métricas, antropómetros para las distintas posiciones.
- El momento de realizar los planos para adquirir información, es recomendable hacer un estudio mediante elementos finitos, o pruebas físicas si fuera el caso, para descartar falencias estructurales en los distintos tipos de materiales en función de la utilización de cada elemento.
- Es recomendable tomar en cuenta pesos, forma, materiales, etc. en el caso de que se analice el empaque y el transporte del objeto o producto.

ANEXOS

1. Definiciones de Diseño Industrial

- Lobach, define al Diseño Industrial como el proceso de adaptación de productos de uso de fabricación industrial a las necesidades físicas y psíquicas de los usuarios y grupos de usuarios (LOBACH, pág. 20).
- Iváñez define al diseño industrial como “la operación de concebir, idear y proyectar un objeto independientemente de los medios en los que se plasma el proyecto y antes de iniciar su producción” (IVÁÑEZ, 2000, pág. 2).
- Tomás Maldonado, entiende al diseño industrial como “la proyectación de objetos fabricados industrialmente, es decir, fabricados por medio de máquinas y en serie” (MALDONADO, 1976, pág. 9).

2. Fotografías de la utilización del Inodoro para viviendas emergentes



Imagen 13 El ser humano necesita realizar sus necesidades biológicas en el habitáculo y entra al espacio físico denominado como Baño (ESPÍN, 2011)



Imágen 14 El ser humano se ubica frente al inodoro (ESPÍN, 2011)



Imágen 15 El ser humano levanta la tapa (parte A) (ESPÍN, 2011)



Imágen 16 El ser humano levanta la tapa (parte B) (ESPÍN, 2011)



Imágen 17 El ser humano desnuda la parte de su cuerpo con la que va a realizar su necesidad, se enfoca nuevamente en el inodoro, realiza la actividad de orinar y cubre nuevamente su cuerpo (ESPÍN, 2011)



Imágen 18 El ser humano tiene que proceder con la actividad de limpiar y baja la tapa (parte A) (ESPÍN, 2011)



Imágen 19 El ser humano baja la tapa (parte B) (ESPÍN, 2011)



Imágen 20 El ser humano visualiza las válvulas que se encuentran en la parte posterior del inodoro (ESPÍN, 2011)



Imágen 21 El ser humano en la bomba 1 acciona la perilla de bombeo de agua a la bomba 2 (parte 1) (ESPÍN, 2011)



Imágen 22 Detalle en el que el ser humano en la bomba 1 acciona la perilla de bombeo de agua a la bomba 2 (ESPÍN, 2011)



Imágen 23 El ser humano en la bomba 1 acciona la perilla de bombeo de agua a la bomba 2 (parte 2)



Imágen 24 El ser humano realiza la actividad de introducir aire en la bomba 2 (ESPÍN, 2011)



Imágen 25 Detalle en que el ser humano realiza la actividad de introducir aire en la bomba 2 (ESPÍN, 2011)



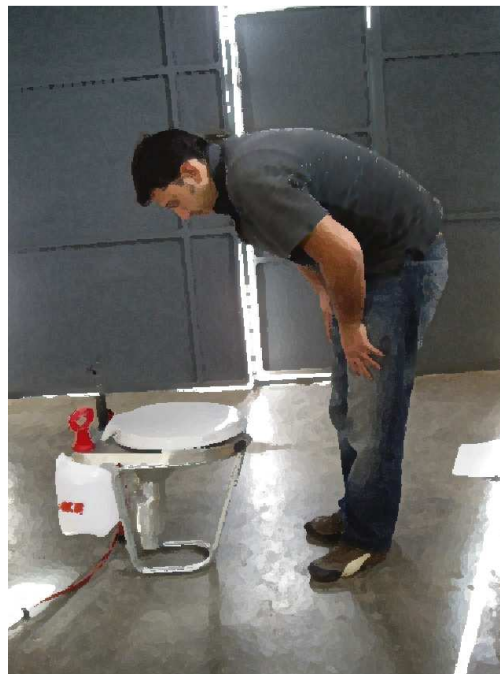
Imágen 26 El ser humano realiza la actividad de activar la válvula para que el agua recorra hacia la tapa plástica y limpie el inodoro verificándolo (parte A) (ESPÍN, 2011)



Imágen 27 El ser humano realiza la actividad de activar la válvula para que el agua recorra hacia la tapa plástica y limpie el inodoro verificándolo (parte B) (ESPÍN, 2011)



Imágen 28 El ser humano realiza la actividad de activar la válvula para que el agua recorra hacia la tapa plástica y limpie el inodoro verificándolo (parte C) (ESPÍN, 2011)



Imágen 29 Terminadas sus actividades en el inodoro, el ser humano se reincorpora a sus otras actividades (parte A) (ESPÍN, 2011)



Imágen 30 Terminadas sus actividades en el inodoro, el ser humano se reincorpora a sus otras actividades (parte B) (ESPÍN, 2011)



Imágen 31 Terminadas sus actividades en el inodoro, el ser humano se reincorpora a sus otras actividades (parte C) (ESPÍN, 2011)

3. Planos Generales del inodoro

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y DOCUMENTOS

BÜRDEK, B. (2005). *Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial* (Primera ed.). Barcelona: Gustavo Gilli, S.A.

CHAVEZ, B. (2010). *Aproximación a los Modelos de Diseño Industrial o de Productos y su ejercicio profesional*. Quito, Pichincha, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

CORRIPIO, F. *Sinónimos Antónimos*. Colombia: Printer Colombiana Ltda.

ESPÍN, M. (2011).

FINNIE, M. (2002). Palm Beach Gardens, Florida, USA.

FONDEF. (s/a). *Educación del Diseño basado en competencias: un aporte a la competitividad*. Proyecto FONDEF.

FRANKY, J. (2004). ACTO. 4 (I).

FRANKY, J. (s/a). *El acto de diseñar y otras patologías* (Primera versión sin corregir ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

FRANKY, J. (2003). *Presentación de informe Final sobre Asesoría Académica*. Quito.

GARCIA, G. (2002). *Ergonomía desde la visión sistémica* (Primera ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

IBV. (s.f.). *Ergonomía y Discapacidad*. Valencia, España.

IVÁÑEZ, J. M. (2000). *La gestión del diseño en la empresa* (Primera ed.). Madrid, España: Mc GRAWHILL.

JÁCOME, Á. (2011).

JUAREZ. ANAYA, José Luis. COLIN, Lucila. PLASCENCIA. ROSALES, Ireiri. RODEA, C. Alejandro. SANCHEZ, Janet. (2003). *Encuentro Internacional de las Escuelas de Diseño*. La Habana, Cuba.

- LAZO, M. (1990). *Diseño industrial y tecnologías y utilidades* (Primera ed.). Mexico D.F.: Editorial Trillas S.A.
- LOBACH, B. *Diseño Industrial*.
- MALDONADO, T. (1976). *El diseño industrial reconsiderado*. G. Gilli, S.A.
- MERCADO, L. (26 al 28 de Abril de 2007). ¿ Diseño ergonómico o diseño centrado en el usuario? *IX Congreso Internacional de Ergonomía* . Mexico D.F., Mexico.
- MONDELO, Pedro. GREGORI, Enrique. BARRAU, Pedro. (1999). *Ergonomía 1 Fundamentos*. Barcelona: Ediciones Virtuales www.edicionsupc.es.
- MONDRAGÓN, S. (2002). XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. *Aportaciones de la semántica del producto al diseño de productos orientados al usuario*, (págs. 1-10). Santander.
- MONDRAGÓN, S. (2002). XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. *Aportaciones de la semántica del producto al diseño de productos orientados al usuario*. Santander, España.
- NORMAN, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. (F. S. Fontenla, Trad.) Madrid, España: NEREA, S.A.
- PAIVA CARRERA, A. J. (s/a). *Edgar Morín y el pensamiento de la complejidad*. Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- PICHINCHA, C. D. (2010). Capacitación sistema de Gestión integral para la micro, pequeña y mediana empresa. ., *Módulo III*.
- PUCE, F. (2009). *Resultado del Análisis de denuncia de TFC. Aprobación del Tema*. Quito.
- REYNOSO, C. (Septiembre de 2007). Edgar Morin y la complejidad: elementos para una crítica. Buenos Aires, Argentina.
- SANCHEZ, M. (2001). *Morfogénesis del Objeto de Uso*.
- SARAVIA, M. E. (2006). *Ergonomía de la Concepción: su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales*. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

- URUEÑA, W. (2009). "Ergonomía de la concepción". (M. E. V., Entrevistador)
- URUEÑA, W. (2011). Modelos de diseño centrado u orientado al usuario. Quito, Ecuador.
- URUEÑA, W. (Marzo de 2010). Tipología de productos. (M. Espín, Entrevistador)
- VILLAROEL, C. (2008). Diseño Suramericano. *Revista IDDI (Identidad Diseño)* , 46.
- VON BERTANLANFFY, L. (1986). *Teoría general de los sistemas*. (J. Almela, Trad.) Mexico D. F., Mexico: Fondo de Cultura Económica S.A.
- www.cnna.gov.ec/_upload/teoria_de_sistemas_e_fernandez.pdf. (s.f.).

ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN POSICIÓN DE PIE SEXO	
MASCULINO 18 A 65 AÑOS (ÁVILA, PRADO, GONZALEZ, 2001, PÁG. 87)	113
ILUSTRACIÓN 2 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN POSICIÓN SENTADO SEXO	
MASCULINO 18 A 65 AÑOS (ÁVILA, PRADO, GONZALEZ, 2001, PÁG. 89)	114
ILUSTRACIÓN 3 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO SEXO MASCULINO 18 A 65 AÑOS (ÁVILA, PRADO, GONZALEZ, 2001, PÁG. 90)	115